مجله علوم گیاهان زراعي ايران
دوره ۴۰، شماره ۳، ۱۳۸۸ (۸-۱)

بررسي عملکرد و شاخص‌هاي رشد گياه ذرت علوفه‌اي (*Zea mays* **L.**) تحت تأثيركاربرد مقادير مختلف پليمرسوپرجاذب (سوپرآب **A-200**) تحت شرايط تنش خشكي

بهروز مؤذن قمصري[1]*، غلام عباس اكبري[2]، محمد جلال ظهوريان[3] و امير برديا نيك نيائي[4]
۱، دانشجوي دكتري دانشگاه آزاد اسلامي واحد تبريز، ۲، ۴، دانشيار و دانشجوی دکتری،
پرديس ابوريحان، دانشگاه تهران ۳، هيئت علمي پژوهشگاه پليمر و پتروشيمي ايران
(تاريخ دريافت: ۸۵/۳/۲- تاريخ تصويب: ۸۶/۴/۱۹)

چكيده

كمبود آب يكي از مشكلات مهم توليد گياهان زراعي در اقليم‌هاي خشک و نيمه‌خشک ايران مي‌باشد. کاربرد مواد پليمري سوپرجاذب مي‌تواند تا حدودي موجب جلوگيري از کاهش توليد در برخي گياهان زراعي تحت شرايط کم آبي گردد. در اين تحقيق تأثير مقادير مختلف پليمر سوپرجاذب سوپرآب-**A200** شامل (صفر،۱۰۰،۲۰۰و۳۰۰ کيلوگرم پليمر سوپرجاذب در هكتار) و سه دور آبياري (۷،۹و۱۱ روز يكبار) روي عملكرد و شاخص‌هاي رشد گياه ذرت علوفه‌اي در منطقه پاكدشت بررسي گرديد. نتايج آزمايش نشان داد كه كاربرد پليمرسوپرجاذب موجب افزايش ميزان عملكرد وزن خشک، ارتفاع، سرعت رشد نسبي، سرعت رشد محصول، شاخص پر برگي، شاخص سطح برگ و دوام شاخص سطح برگ ذرت علوفه‌اي گرديد. بالعكس نتايج حاصل از افزايش دور آبياري موجب كاهش صفات فوق همراه با كاهش آب مصرفي گرديد. ميزان افزايش و يا كاهش صفات تحت تأثير سطوح هر دو فاكتور به صورت خطي بود.

واژه‌هاي كليدي: ذرت علوفه‌اي، پليمرسوپرجاذب، تنش خشكي و دور آبياري.

مقدمه

ايران عمدتاً داراي اقليم خشک و نيمه خشک بوده که تابستانهاي بسيار گرم و زمستانهاي سرد از خصوصيات اين اقليم مي باشد (FAO, 1997). بر اساس تقسيم بندي اقليم دومارتن حدود ۶۴/۷ درصد از گسترة كشور در قلمرو استيلاي آب وهواي خشک قرار دارد. (Abedi & Sohrabi, 2004). متوسط بارندگي در ايران در حدود ۲۲۶ ميليمتردر سال بوده كه بخش اعظم آن بين ماههاي مهر تا خرداد نازل مي‌شود (FAO, 1997). در حدود ۱۰ درصد از سطح كشور بارندگي بيش از ۵۰۰ ميليمتر در سال داشته و در مابقي اراضي در صورت كاشت گياهان، نياز به آبياري مي‌باشد (Mazaheri & Majnoun-Hosseini, 2005). كشور ايران با توجه به مطالب بيان شده، موقعيت جغرافيايي و وضعيت توپوگرافي خاص خود، در طي قرنهاي گذشته همواره با مشكل خشكسالي مواجه بوده است. با توجه به آمار و اطلاعات موجود تنها در ۲۲ سال گذشته ايران با ۱۳ سال خشكسالي مواجه بوده، كه منجر به خسارات سنگين به بخش‌هاي گوناگون كشاورزي، صنعتي و اجتماعي گرديده است (Heidari, 2006). بنابر گزارشي كه دفتر هماهنگ‌كننده امور بشر دوستانه سازمان ملل (OCHA)[1] در سال ۲۰۰۰ ميلادي منتشر نمود، ميزان خسارت ناشي از خشكسالي سالهاي ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹

1. Office for the Coordination of Humanitarians Affairs

* نويسنده مسئول: بهروزمؤذن قمصري تلفن: ۰۲۱-۲۲۸۴۵۷۷۱
E-mail: behroozmoazen@yahoo.com

به بخشهاي گوناگون كشاورزي و آب آشاميدني بخش شهري و روستايي در ايران بيش از ۲ ميليارد دلار برآورد گرديد. تنها در بخش زراعت خشكسالي منجر به كاهش ۲/۸ ميليون تن محصول گندم و ۲۸۰ هزار تن محصول جو گرديد.

امروزه با توجه به مطالعات گسترده، در جهان از روشهاي گوناگوني براي مبارزه و كاهش اثر خشكسالي روي گياهان زراعي و باغي استفاده مي گردد كه از آن جمله مي توان به مديريت خاک، كوددهي مناسب، حفظ رطوبت خاک، روش‌هاي گوناگون آبياري، اصلاح گياهان، كاربرد مواد ضد تعرق و كاربرد مواد جاذب رطوبت اشاره نمود (Bravenik, 1994).

تاريخچه استفاده از پليمرهاي سوپرجاذب يا به عبارت كلي مواد هيدروژل به حدود ۴۰ سال پيش بر مي گردد. در آن زمان براي اولين بار از اين مواد در صنايع نساجي استفاده گرديد (Huttermann et al., 1999). امروزه صدها نوع ماده هيدروژل در جهان وجود دارد كه از آنها در صنعت، پزشكي و كشاورزي استفاده مي‌شود (Bravenik, 1994). پليمرهاي سوپرجاذب به سه گروه پليمرهاي طبيعي، پليمرهاي نيمه طبيعي و پليمرهاي مصنوعي طبقه بندي مي شوند. در اين ميان، پليمرهاي مصنوعي شامل دو زير گروه پلي وينيل الكلها ($-CH_2OHOH-_n$) و پلي اكريل آميدها ($-CH_2CHCONH_2-_n$) در كشاورزي مورد استفاده قرار مي‌گيرند (Orzolek, 1993). در كشاورزي هيدروژلها به عنوان مواد جاذب رطوبت كه توانايي جذب و نگهداري آب تا حد ۴۰۰ گرم به ازاي هر گرم وزن خود را دارند به كار مي روند (Bouranis, 1995).

كاربرد پليمر هاي سوپر جاذب در كشاورزي به دليل نقش اين مواد در افزايش ظرفيت نگهداري و جذب آب در خاک به منظور مقابله با شرايط كم آبي و كاهش اثرات سوء تنش خشكي از اهميت بسزايي برخوردار است (Bouranis et al., 1995). اگرچه ساختمان اصلي هيدروژلهاي مصنوعي از مواد نفتي تهيه مي‌شود، ليكن ميزان سميت اين مواد بسيار پايين بوده و LD_{50} آنها در حدود ۵۰۰۰ mg/kg مي‌باشد (Bravenik, 1994). در آزمايشي كه توسط Ganji (1999) به منظور بررسي اثر پليمرسوپرجاذب روي خصوصيات فيزيكي خاک انجام گرفت، نتايج آزمايش اثر پليمرسوپرجاذب در افزايش تخلخل كل خاک و ظرفيت نگهداري آب را نشان داد.

Shorafa (1987) گزارش كرد كه افزودن مواد پليمري سوپرجاذب به خاكهاي سبک منجر به افزايش تخلخل خاک مي گردد، اين در حالي است كه نقش اين مواد در افزايش تخلخل خاكهاي سنگين به مراتب كمتر مي باشد. همچنين كاربرد مواد پليمري سوپر جاذب موجب افزايش ظرفيت نگهداري رطوبت در خاک شده كه از اين طريق مي توان مشكل خاكهاي سبک در نگهداري رطوبت را حل نمود. پليمرهاي سوپر جاذب با جذب و نگهداري آب آبياري و آزاد كردن تدريجي آن، مدت زمان دسترسي گياه به رطوبت را افزايش داده و در نتيجه راندمان آبياري افزايش مي‌يابد (FAO, 1997). در آزمايشي كه توسط Hutterman et al. (1999) انجام گرفت، اثر كاربرد پليمر سوپرجاذب روي فاصله زماني بين قطع آبياري و پژمردگي گياه مورد بررسي قرار گرفت. نتايج اين آزمايش نشان داد كه ۵ روز پس از توقف آبياري گياه شاهد دچار پژمردگي گرديد، در صورتيكه تيمار سوپر جاذب اين زمان را به ۱۹ روز افزايش داد. Stern et al. (1992) گزارش كردند كه كاربرد ۲۰ كيلوگرم در هكتار پليمرسوپرجاذب وزن خشک كل گياه و عملكرد دانه گياه گندم (*Triticum aestivum* L.) را به طور معني داري افزايش داد. متوسط محصول گياه گندم در اين آزمايش ۳/۰۲ تن در هكتار با كاربرد پليمرسوپرجاذب و ۲/۱۲ تن در هكتار در تيمارهاي شاهد بود. كاربرد پليمرسوپرجاذب موجب افزايش ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد گل در بوته و درصد ماده خشک گياه كتان روغني (*Linum usitatissimum* L.) گرديد (Boarright et al., 1997).

با توجه به مسائل مطرح شده اهداف اين تحقيق شامل موارد زير مي‌باشد:

- بررسي تأثير كاربرد مقادير پليمرسوپرجاذب روي رشد گياه ذرت،
- تعيين ميزان مناسب كاربرد پليمرسوپرجاذب با توجه به ميزان آب مصرفي،
- بررسي تأثير كاربرد پليمرسوپرجاذب روي كاهش ميزان آبياري بدون كاهش قابل ملاحظه عملكرد گياه ذرت.

مواد و روش‌ها

اين آزمايش در تابستان سال ۱۳۸۳ و در مزرعه پژوهشي پرديس ابوريحان، دانشگاه تهران به فاصله ۲۵ كيلومتري جنوب شرقي تهران انجام شد. اين تحقيق

بصورت طرح كرت‌هاي يكبار خرد شده (Split-plot) در قالب طرح بلوک‌هاي كامل تصادفي و در سه تكرار صورت پذيرفت. فاكتورهاي مورد آزمايش در اين تحقيق عبارت بودند از: فاكتور كرتهاي اصلي سه فاصله آبياري: ۷، ۹ و ۱۱ روز يكبار و فاكتور كرتهاي فرعي شامل مقادير مختلف پليمرسوپرجاذب شامل صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ كيلوگرم پليمر در هكتار بودند.

به دليل سهولت در انجام آزمايش و افزايش دقت آزمايش در بررسي اثر مقادير مختلف پليمرسوپرجاذب، فاكتور دور آبياري در كرتهاي اصلي و فاكتور مقادير پليمر سوپر جاذب در كرتهاي فرعي و به صورت تصادفي توزيع شد. هر واحد آزمايشي شامل يک كرت با ۶ رديف كاشت به طول ۶ متر و فاصله بين رديف ۷۵ سانتي‌متر بود. فاصله گياهان در روي رديف ۱۰ سانتي متر در نظر گرفته شد.

در اين تحقيق از پليمرسوپرجاذب سوپر آب[1] آ-۲۰۰ كه توسط پژوهشگاه پليمر و پتروشيمي ايران توليد مي‌گردد، استفاده شد. بعد از انجام مراحل اوليه آماده سازي زمين و ايجاد جوي و پشته، پشته‌ها به عمق ۳۰ سانتي‌متر شكافته شده و تيمار پليمر به صورت كاملاً يكنواخت در داخل شيار توزيع گرديد. سپس جوي و پشته‌ها به حالت ابتدايي در آمد، بلافاصله، آبياري سنگين به منظور متورم شدن پليمرها صورت گرفت.پس از آبياري سنگين بذر ذرت روي پشته كاشته شد. رقم ذرت مورد استفاده هيبريد سينگل كراس ۷۰۴[2] انتخاب شد كه رقم متداول منطقه مي باشد.

نحوه اعمال تيمار آبياري

پس از استقرار گياه و انجام وجين و تنک در مرحله ۴ برگي تيمار آبياري روي گياه اعمال گرديد. در ابتدا دور آبياري شاهد بوسيله عمق خالص آبياري(TAD)[3] و حداكثر نياز آبي گياه (ETcp) و به كاربردن روابط (۱) و (۲) (Yazdani et al., 2007b) محاسبه گرديد (Mazaheri & Majnoun-Hosseini, 2005).

$$TAD = MAD \times (FC - PWP) \times Dr \qquad (۱)$$

TAD= عمق خالص آبياري (mm)

Dr = عمق مؤثر ريشه

MAD[4] = نقصان مجاز رطوبتي بر حسب درصد

PWP[5] = نقطه پژمردگي دائم (درصد حجمي)

FC[6] = ظرفيت مزرعه (درصد حجمي)

$$Ti = \frac{TAD}{ETcp} \qquad (۲)$$

Ti = فاصله بين دو آبياري (Day)

ETcp = حداكثر نياز آبي گياه (mm/day)

جهت يكنواختي ميزان آب دريافتي كرتها قبل از انجام هر آبياري، ميزان آب لازم براي رساندن رطوبت خاک به حد ظرفيت مزرعه (FC) محاسبه و اعمال گرديد و در نتيجه هيچ گونه اختلافي بين تيمارهاي آبياري جز در فواصل زماني آبياري وجود نداشت. براي محاسبه ميزان آب آبياري در هر نوبت آبياري ازمعادله (Heidari, 2006) استفاده شد.

$$IRRI = \frac{Dr \times (FC - \theta)}{Ei} \times A \qquad (۳)$$

IRRI = ميزان آب در آبياري (cm)

FC = ظرفيت مزرعه (درصد حجمي)

θ = درصد حجمي رطوبت قبل از آبياري

Ei = راندمان آبياري

A = مساحت كرت مورد نظر (m)

براي محاسبه θ (درصد حجمي رطوبت قبل از آبياري) از روش گراديمتريک استفاده گرديد.در اين روش ابتدا رطوبت خاک به روش وزني محاسبه شد. براي انجام اين روش ۲۴ ساعت قبل از آبياري نمونه خاک از عمق ۳۰ سانتي متري خاک هر واحد آزمايشي برداشته شد. نمونه خاک ابتدا توزين و سپس توسط دستگاه آون و درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتي‌گراد خشک و مجدداً توزين گرديد. در نهايت ميزان رطوبت خاک با توجه به داده‌هاي بدست آمده و معادله (Sobhani, 2000) بدست مي‌آيد. درصد حجمي رطوبت θ توسط معادله (Abedi & Sohrabi, 2004) محاسبه مي گردد.

$$\theta m = \frac{W1 - W2}{W2} \qquad (۴)$$

1. SUPER AB A200
2. Single Cross-704
3. Total Allowable Depletion
4. Management Allowed Deficit
5. Permanent Willting Point
6. Field Capacity

W1 = وزن خاک تر (g)
W2= وزن خاک خشک(g)
θm = نسبت جرمي رطوبت

$$\theta = \theta m \times \rho b \qquad (5)$$

θ = درصد حجمي رطوبت
θm = نسبت جرمي رطوبت
ρb = وزن مخصوص ظاهري خاک (g/cm^3)

براي افزايش دقت در اعمال تيمار دور آبياري، از دو دستگاه پمپ آب ۱ اينچ (با دبي مشخص) استفاده شد. قبل از شروع تيمار دور آبياري، محل اتصال پشته‌ها به نهرها مسدود شده و به منظور جلوگيري از نشت آب به داخل کرت‌ها ضخامت ديواره نهر به ميزان کافي افزايش يافت.

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمايش

عمق (cm)	۰ - ۳۰
بافت	سيلتي لوم
اسيديته گل اشباع	۷/۳
هدايت الکتريکي (ds/m)	۱/۳۹
فسفر قابل جذب (mg/kg)	۳
کلسيم قابل جذب (mg/kg)	۲
منيزيوم قابل جذب (mg/kg)	۱/۲
پتاسيم قابل جذب (mg/kg)	۴۰۰
ماده آلي (%)	۰/۹۱

صفات مورد اندازه گيري

وزن خشک و ارتفاع

به منظور اندازه گيري وزن خشک و ارتفاع نهايي گياه، دو خط هر کرت (خطوط ۳ و ۴) برداشت شده و پس از حذف اثر حاشيه ارتفاع ساير گياهان اندازه گيري شد سپس کليه گياهان برداشت شده در داخل آون قرار گرفته و در درجه حرارت ۶۰ درجه سانتي گراد بمدت ۷۲ ساعت خشک گرديدند. نمونه‌هاي خشک شده توزين شده و در نهايت ميانگين ارتفاع و وزن خشک ذرت محاسبه گرديد.

محاسبه شاخص‌هاي رشد

اولين نمونه‌گيري ۲۸ روز پس از کاشت و نمونه‌برداري‌هاي بعدي هر دو هفته يکبار صورت پذيرفت. نمونه‌برداري‌ها از دو خط دوم و پنجم به صورت يک در ميان و پس از حذف اثر حاشيه صورت گرفت. در هر نمونه برداري پنج بوته جدا شده، در آزمايشگاه ابتدا نمونه‌ها به ساقه و برگ تفکيک شدند، طول و بزرگترين عرض برگها اندازه گيري و سپس برگها و ساقه گياه هر تيمار به طور مجزا در داخل پاکت قرار گرفت. به منظور اندازه گيري وزن خشک برگ (LDW) و وزن خشک کل گياه (TDW)، پاکت‌هاي محتوي برگ و ساقه در درون آون و در درجه حرارت ۶۰ درجه سانتي گراد تا رسيدن به وزن ثابت قرار داده شدند. وزن خشک برگ از توزين پاکتهاي حاوي برگ و وزن خشک کل از جمع وزن پاکتهاي حاوي برگ و ساقه تيمار محاسبه گرديد.

براي محاسبه سطح برگ گياه ذرت (LA) از طريق طول و عرض برگ از معادله (Alizadeh, 1996) استفاده گرديد (Sobhani & Shirani, 2000):

$$LA = [0.458667 \times (L \times W)] + \left[0.000459 \times (L \times W)^2\right] \qquad (6)$$

L = طول برگ
W = بزرگترين عرض برگ

نتايج و بحث

عملکرد وزن خشک اندام هوايي

نتايج بدست آمده از اين آزمايش افزايش معني دار وزن خشک گياه ذرت علوفه‌اي تحت تأثير کاربرد پليمرسوپرجاذب را نشان داد (جدول۲). روند افزايش وزن خشک گياه ذرت تحت تأثير کاربرد مقادير پليمرسوپرجاذب به صورت خطي بود (جدول۲). بيشترين ميزان وزن خشک همراه با کاربرد ۳۰۰ کيلوگرم پليمر سوپرجاذب در هکتار بود و کمترين ميزان وزن خشک در تيمار شاهد (فاقد پليمرسوپرجاذب) بدست آمد (جدول۳). کاربرد پليمرسوپرجاذب در خاک موجب افزايش ظرفيت نگهداري رطوبت خاک (Sobhani & Shirani, 2000)، بهبود ساختمان خاک (Alizadeh, 1996) و کاهش وزن مخصوص ظاهري خاک (Samavat, 1992) مي‌گردد. بنابراين افزايش وزن خشک ذرت علوفه اي را مي توان به بهبود خصوصيات خاک و در نتيجه افزايش رطوبت قابل استفاده در خاک در اثر کاربرد پليمرهاي سوپرجاذب نسبت داد. بررسي منحني رطوبتي خاک مزرعه افزايش ميزان رطوبت قابل دسترس گياه در اثر کاربرد پليمرسوپرجاذب در خاک را نشان داد (شکل۱). Stern et al. (1992) گزارش کردند که کاربرد ۲۰۰ کيلوگرم پليمرسوپرجاذب در هکتار موجب افزايش وزن خشک گياه گندم گرديد.

ميزان وزن خشک گياه ذرت علوفه اي تحت تأثير دورهاي مختلف آبياري به طور معني داري كاهش يافت (جدول ۲)، به طوريكه بيشترين وزن خشک در دور آبياري ۷ روز و كمترين وزن خشک در دور آبياري ۱۱ روز ديده شد (جدول۳). روند كاهش وزن خشک در دورهاي مختلف آبياري به صورت خطي بود (جدول۲). افزايش فواصل آبياري موجب كاهش ميزان رطوبت قابل دسترس گياه گرديده و در نتيجه كاهش وزن خشک گياه گرديد.

ارتفاع

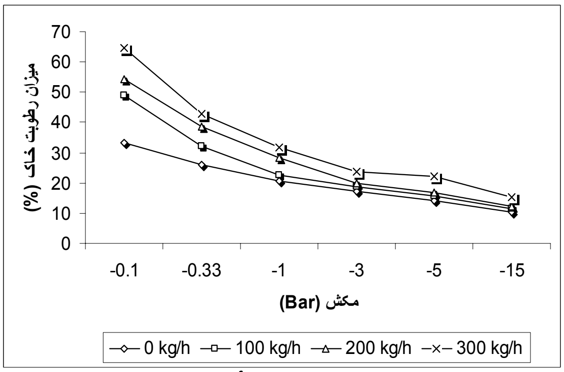
كاربرد مقادير پليمرسوپرجاذب موجب افزايش معني‌دار ارتفاع گياه ذرت علوفه‌اي گرديد كه روند اين افزايش خطي بود (جدول۲). بيشترين ارتفاع گياه در اين آزمايش با كاربرد ۳۰۰ كيلوگرم پليمر در هكتار و دور آبياري ۷ روز يكبار مشاهده شد(جدول۴). Yazdani et al. (2007b) گزارش كرد كه كاربرد ۲۲۵ كيلوگرم پليمرسوپرجاذب در خاک موجب افزايش خطي ارتفاع گياه سوياگرديد. افزايش ارتفاع گياه ذرت همراه با كاربرد پليمرسوپرجاذب در نتيجه افزايش رطوبت قابل دسترس خاک براي گياه مي‌باشد (شكل۱).

از سوي ديگر، افزايش فواصل آبياري موجب كاهش معني دار ارتفاع گياه ذرت علوفه اي گرديد (جدول۲)، در نتيجه بيشترين ارتفاع گياه ذرت در دور آبياري ۷ روز يكبار و كمترين ارتفاع در دور آبياري ۱۱ روز مشاهده شد (جدول۴). كاهش ارتفاع به علت كاهش رطوبت قابل استفاده خاک در نتيجه افزايش دور آبياري و ايجاد تنش خشكي بوده است.

جدول ۲- نتايج آناليز واريانس تأثير دور آبياري و مقادير مختلف پليمرسوپرجاذب روي عملكرد وزن خشک و ارتفاع گياه ذرت علوفه اي رقم (SC-704).

منابع تغييرات	درجه آزادي	عملكرد وزن خشک: ميانگين مربعات	عملكرد وزن خشک: $p \le \alpha$	ارتفاع بوته: ميانگين مربعات	ارتفاع بوته: $p \le \alpha$
بلوک	۲	۱۶/۹۷	۰/۰۰۱	۶۷۰۸	۰/۱۷
دور آبياري(Ir)	۲	۹/۲۳	۰/۰۰۰۱	۸۵۹۶	۰/۰۴
Ir(lin)	۱	۱۸/۳۰	۰/۰۰۱	۱۵۰۴۰	۰/۰۲
Ir(Quad)	۱	۰/۱۶۴	۰/۵۱	۲۱۵۳	۰/۲
پليمر(SA)	۳	۹/۱۵	۰/۰۰۰۱	۱۰۷۴۹	۰/۰۰۰۱
SA(lin)	۱	۲۷/۴۵	۰/۰۰۰۱	۱۰۷۰۹	۰/۰۰۰۱
SA(Quad)	۱	۰/۰۱	۰/۵	۰/۶۹	۰/۰۹
SA(Qub)	۱	۰/۰۰۱	۰/۸	۳۹/۳۸	۰/۵
SA*Ir	۶	۰/۰۴	۰/۳	۹۶/۹۷	۰/۶

۱- درصورتيكه احتمال بيشتر از ۰/۰۵ باشد بدون تفاوت معني دار (ns) از نظر آماري مي باشد/ ۲- روند خطي تأثير دور آبياري/ ۳- روند درجه دوم تأثير دور آبياري/ ۴- روند خطي تأثير مقادير سوپرجاذب/ ۵- روند درجه دوم تأثير مقادير سوپرجاذب/ ۶- روند درجه سوم تأثير مقادير سوپرجاذب



شكل۱- منحني رطوبتي خاک تحت تأثير كاربرد مقادير مختلف پليمر سوپر جاذب

جدول ۳- متوسط عملكرد وزن خشک گياه ذرت علوفه اي رقم (SC-704) تحت تأثير دورهاي مختلف آبياري (۷، ۹ و ۱۱ روز) و مقادير مختلف پليمر سوپر جاذب (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، و ۳۰۰ كيلوگرم در هكتار)

اعداد متن جدول عبارتند از ميانگين سه تكرار ± انحراف معيار از ميانگين

دورآبياري (روز)	مقادير پليمرسوپرجاذب (kg/ha) صفر A	۱۰۰ B	۲۰۰ C	۳۰۰ D	ميانگين پليمر سوپرجاذب
	ميزان وزن خشک (تن در هكتار)				
۷ A	۱۴/۲۵ ±۰/۷۸	۱۵/۱۳ ±۰/۸۰	۱۵/۹۷ ±۰/۸۹	۱۶/۶۰ ±۰/۹۰	۱۵/۴۸ ± /۶۵
۹ B	۱۳/۱۷ ±۰/۶۶	۱۴/۰۵ ±۰/۵۵	۱۴/۹۰ ±۰/۶۳	۱۵/۷۷ ±۰/۸۶	۱۴/۴۷ ±۰/۶۰
۱۱ C	۱۲/۷۰ ±۰/۵۳	۱۳/۴۴ ±۰/۵۹	۱۴/۰۳ ±۰/۴۶	۱۴/۸۰ ±۰/۶۲	۱۳/۷۴ ±۰/۵۲
ميانگين دور آبياري	۱۳/۳۷ ±۰/۴۶	۱۴/۲۰ ±۰/۵۰	۱۴/۹۷ ±۰/۵۶	۱۵/۷۲ ±۰/۷۲	

جدول ۴- متوسط ارتفاع گياه ذرت علوفه اي رقم (SC-704) تحت تأثير دورهاي مختلف آبياري (۷، ۹ و۱۱روز)

و مقادیر مختلف پلیمر سوپر جاذب (۰،۱۰۰،۲۰۰و۳۰۰ کیلوگرم در هکتار)
اعداد متن جدول عبارتند از میانگین سه تکرار ± انحراف معیار از میانگین

دورآبیاري (روز)	صفر A	۱۰۰ B	۲۰۰ C	۳۰۰ D	میانگین پلیمرسوپرجاذب
	مقادیر پلیمرسوپرجاذب (kg/h) – ارتفاع گیاه (سانتي متر)				
۷ A	۱۸۳±۲۰/۹	۱۹۶±۱۸/۹	۲۰۵±۱۶/۹	۲۱۵± ۹	۲۰۰±۱۴
۹ B	۱۳۳±۱۵/۸	۱۴۵±۱۵	۱۷۲± ۸	۱۸۵± ۷	۱۵۹±۸
۱۱ C	۱۲۵±۱۷/۶	۱۴۱±۱۰/۲	۱۵۹± ۸	۱۷۵± ۸	۱۵۰±۶
میانگین دور آبیاري	۱۴۷±۱۸	۱۶۱±۱۷	۱۷۹±۱۳	۱۹۲±۱۲	

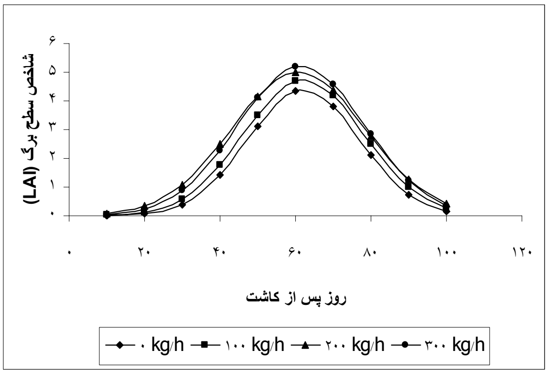
شاخص سطح برگ (**LAI**)[1]

براي محاسبه شاخص سطح برگ از معادله (Samavat, 1992) استفاده شد:

$$\begin{cases} LAI = \exp([fl(t)] \\ fl(t) = \ln L \end{cases} \qquad (7$$

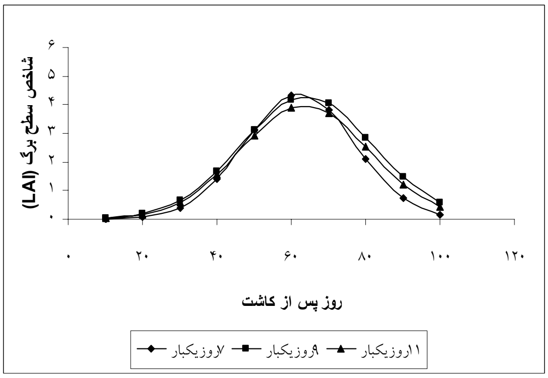
L = سطح برگ گیاه در یک مترمربع زمین زراعي

کاربرد پلیمرسوپرجاذب موجب افزایش شاخص سطح برگ گیاه ذرت گردید. بیشترین شاخص سطح برگ در تیمار آبیاري ۷ روز یکبار و با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم پلیمر در هکتار دیده شد (شکل ۲).



شکل۲- روند تغییرات شاخص سطح برگ در دور آبیاري ۱۱ روز یکبار و مقادیر مختلف پلیمر سوپرجاذب

متعاقب افزایش سطح برگ گیاه ذرت سرعت رشد محصول و میزان وزن خشک تجمعي گیاه ذرت شامل اندام‌هاي هوایي افزایش یافت. افزایش شاخص سطح برگ تحت تأثیر کاربرد پلیمرسوپرجاذب در دورهاي مختلف آبیاري ممکن است در نتیجه تداوم نیروي پتانسیل فشاري لازم براي رشد برگها و تقلیل اثر تنش خشکي در گیاه همچنین افزایش دور آبیاري موجب کاهش میزان شاخص سطح برگ گیاه ذرت گردید (شکل۳). Yazdani et al. (2007a) در بررسي‌هاي مشابهي روي سویا کاهش شاخص سطح برگ تحت تأثیر افزایش دور آبیاري را گزارش نمود.



شکل ۳- روند تغییرات شاخص سطح برگ در دورهاي مختلف آبیاري و بدون کاربرد پلیمر سوپر جاذب

دوام شاخص سطح برگ (**LAID**)[2]

براي نشان دادن دوام و پایداري اندام‌هاي فتوسنتز کننده از شاخص‌هاي مختلفي استفاده مي شود. یکي از این شاخصها دوام شاخص سطح برگ مي‌باشد. با توجه به تخصیص قابل ملاحظه مواد فتوسنتزي و به طور کلي انرژي توسط گیاه در تولید اندام‌هاي فتوسنتز کننده و گسترش برگها، استفاده مطلوب و بهینه از برگها براي گیاه حائز اهمیت است، بنابراین شرایطي که موجب پیري زودرس برگها مي شود مي تواند منجر به کاهش عملکرد شود. دوام شاخص سطح برگ یک کمیت انتگرالي

1. Leaf Area Index

2. Leaf Area Index Duration

(و نه لحظه‌اي) است كه از معادله (Shorafa, 1987) بدست مي آيد (Karimi & Aziz, 1994):

$$LAID = \int_{t2}^{t1} LA dt \qquad (۸$$

LA = شاخص سطح

نتايج آزمايش نشان داد كه كاربرد پليمر سوپر جاذب موجب افزايش ميزان دوام شاخص سطح برگ گياه ذرت گرديد (جدول۵). افزايش ميزان شاخص سطح برگ مي‌تواند موجب افزايش ميزان فتوسنتز و در نتيجه افزايش ميزان وزن خشك گياه گردد.

سرعت رشد نسبي (**CGR**)[1]

عبارت از مقدار ماده خشك توليدي در واحد زمان و در واحد سطح است. در ابتداي فصل رشد سرعت رشد نسبي بعلت كمي سطح برگ و كمي دريافت تشعشع ودر نتيجه ميزان كم فتوسنتز پايين است. به تدريج با افزايش سطح برگ و فتوسنتز ميزان سرعت رشد نسبي افزايش پيدا كرده تا به حد نهايي خود مي رسد. بعد از آن پيري و ريزش برگها موجب كاهش ميزان سرعت رشد نسبي مي‌گردد. سرعت رشد نسبي از معادله (Karimi & Aziz, 1994) بدست مي آيد (Stern et al., 1992):

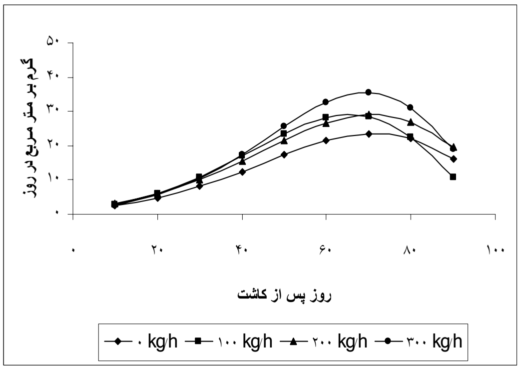
$$CGR = f'w(t) \times \exp[fw(t)] \qquad (۹$$

جدول ۵- ميزان دوام شاخص سطح برگ گياه ذرت بر حسب روز تحت تيمارهاي مختلف

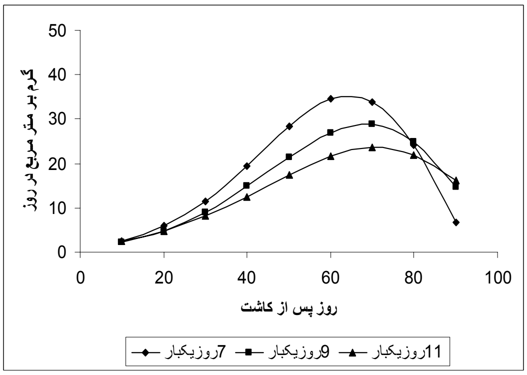
ميزان پليمر / دور آبياري	۰ (kg/ha)	۱۰۰ (kg/ha)	۲۰۰ (kg/ha)	۳۰۰ (kg/ha)
۷ روز يكبار	۱۷۶/۶	۱۸۰/۴	۲۰۹/۵	۲۱۱/۳
۹ روز يكبار	۱۶۱/۸	۱۷۷	۱۸۷/۸	۲۰۱/۳
۱۱ روز يكبار	۱۵۷/۵	۱۷۲/۵	۱۸۰/۷	۱۹۰/۲

1. Crop Growth Rate

در اين آزمايش كاربرد مقادير پليمر سوپرجاذب موجب افزايش سرعت رشد محصول گياه ذرت گرديد. افزايش سرعت رشد محصول ناشي از افزايش شاخص سطح برگ، افزايش دوام سطح برگ و در نتيجه افزايش ميزان فتوسنتز گياه مي‌باشد. سرعت‌رشد محصول ذرت در نتيجه افزايش دور آبياري كاهش يافت(شكل۵). Yazdani et al. (2007b) افزايش سرعت رشد محصول سويا را در اثر كاربرد پليمرسوپرجاذب و كاهش سرعت رشد محصول در اثر افزايش فاصله آبياري گياه سويا گزارش كرد.



شكل ۴- روند تغييرات سرعت رشد نسبي (CGR) در دور آبياري ۱۱ روز يكبار و مقادير مختلف پليمر سوپرجاذب



شكل ۵- روند تغييرات سرعت رشد نسبي (CGR) در دورهاي مختلف آبياري و بدون كاربرد پليمر سوپر جاذب

REFERENCES

1. Abedi, J. & Sohrabi, F. (2004). Evaluation of superabsorbent polymers effects on water holding capacity and water potential in three kinds of soil texture. *Journal of Polymer Science and Technology*, 17(3), 163-173. (In Farsi).
2. Alizadeh, A. (1996). *Climatology*. Mashhad Publications. (In Farsi).
3. Barvenik, F. W. (1994). Polyacrylamide characteristics related to soil applications. *Soil Science*, 158(4), 235-243.
4. Boatright, J. D., Balint, D. E., Mackay, W. A. & Zajicek, J. M. (1997). Incorporation of a hydrophilic polymer into annual landscape beds. *Journal of Environmental Horticulture*, 15(1), 37-40.
5. Bouranis, D. L., Theodoropoulos, A. G. & Drossopoulos, J. B. (1995). Designing synthetic polymers as soil conditioners. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 26(9&10), 1455-1480.

6. FAO's Information System on Water and Agriculture. Version: 1997.
On line at: http://www. AQUASTAT - FAO's Information System on Water and Agriculture.htm
7. Ganji, Kh. N. (1999). *The effect of superabsorbent polymer (PR3005A) on some soil physical characteristics*. M. Sc. thesis. Fac. Agric. Tarbiat Modares Univ. (In Farsi).
8. Heidari, H. (2006). *Plant and drought*. Research Institute of Forest and Rangelands Publications. NO-250 (In Farsi).
9. Huttermann. A., Zommorodi. M. & Reise, K. (1999). Addition of hydrogels to soil prolonging the survival of *pinus halepensis* seedling subjected to drought. *Soil and Tillage Research*, 50, 295-304.
10. Karimi, M. & Aziz, M. (1994). *Analysis of crop growth*. Mashhad University jahad Publishens. (In Farsi).
11. Mazaheri, D. & Majnoun–Hosseini, N. (2005). *Fundamental of Agronomy*. (4^{th} ed.). Tehran University Publications. (In Farsi).
12. OCHA Situation Report No. 4 Iran – Drought, 22 August 2000 online at
http://www. Iran Drought - OCHA-04 22-Aug-00.htm
13. Orzolek, M. D. (1993). Use of hydrophilic polymer in horticulture. *Hort Technology*, 3(1), 41-44.
14. Samavat, S. (1992). *The effect of a soil physical conditioner on some soil characteristics and crop yield*. M.Sc. thesus. Fac. Agric. Isfahan Industrial Univ. (In Farsi).
15. Shorafa, M. (1987). *The effect of perlit and hydropelas on porosity, moisture holding capacity of soil*. M. Sc. thesis. Fac. Agric. Tehran Univ. (In Farsi).
16. Sobhani, A. & Shirani, A. H. (2000). *The guide of determination crops leaf area index*. Seed and Plant Improvement Institute. (In Farsi).
17. Stern, R., Van Der Merwe, A. J., Laker, M. C. & Shainbery, I. (1992). Effect of soil surface treatments on runoff and wheat yields under irrigation. *Agronomy Journal*, 84, 114-119.
18. Yazdani, F., Allahdadi, I., Akbari, G. A. & Behbahani, M. R. (2007a). The effect of different levels of drought stress on yield and yield component of soybean (*Glycine max* L.). *Journal of Research and Development in Horticulture and Agronomy*, 75,167-174. (In Farsi).
19. Yazdani, F., Allahdadi, I., Akbari, G. A. & Behbahani, M. R. (2007b). Impact of super absorbent polymer on yield and growth analysis of soybean (*Glycine max* L.), under drought stress condition. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(23), 4190-41960.
20. Yusuf, R. J, Simense & Bullock, D. (1999). Growth Analysis of soybean under no-tillage and conventional tillage systems. *Agronomy Journal*, 91, 928-933.