

کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه

۱۳ آذر ماه ۱۳۸۴

افزایش کارایی مصرف آب با استفاده از مالچ پلی اتیلن در

زراعت گوجه فرنگی

امیر نوریجو^۱، مهشید هناره^۲، سپیده حاتمی^۳

۱- چکیده:

با عنایت به شرایط اقلیمی کشور و کمبود قطعی آب و فزونی اراضی نسبت به منابع آب و از طرفی پایین بودن کارایی مصرف آب و لزوم گسترش اراضی آبی جهت افزایش تولید، استفاده از مالچ پلی اتیلن به عنوان یکی از روشهای شناخته شده در کاهش مصرف آب و استفاده بهینه از منابع آب مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا پژوهشی بصورت فاکتوریل اسپلیت پلات با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دکتر نجوانی (کهریز) بر روی گوجه فرنگی رقم پتوارلی CH در سال ۱۳۸۴ در قطعه زمینی به مساحت ۱۳۰۰ متر مربع انجام گردید. ترکیب فاکتور فاصله ردیف (در دو سطح ۱۰۰ و ۱۲۰ سانتیمتر) و فاکتور فاصله بین بوته‌ها در روی ردیف (در دو سطح ۳۰ و ۴۰ سانتیمتر) بصورت فاکتوریل در پلاتهای اصلی و نحوه استفاده از مالچ در سه حالت در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. روش استفاده از مالچ عبارت بودن از: ۱- پوشش تمام پشته و نصف جوی از مالچ ۲- پوشش تمام جوی و نصف پشته از مالچ ۳- تیمار بدون استفاده از مالچ (شاهد) آبیاری هر کرت بطور مستقل انجام شده و میزان آب آبیاری بر اساس دور آبیاری و اندازه گیری رطوبت خاک قبل از آبیاری و با هدف جبران رطوبت تا ظرفیت زراعی، تعیین و توسط سیستم لوله کشی داخل مزرعه آبیاری انجام و میزان آب آبیاری توسط کنتور حجمی کنترل گردید. بافت خاک لوم و لوم شنی بوده و دور آبیاری ۷ الی ۱۰ روز انتخاب گردید.

۱- عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی

۲- عضو هیئت علمی بخش تحقیقات نهالدر مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی

۳- عضو هیئت علمی بخش تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجان غربی

بر اساس اندازه گیریهای به عمل آمده مصرف مالچ در صورت پوشش کل جوی و نصف پشته نسبت به تیمار شاهد (فاقد مالچ) موجب ۴۳٪ صرفه جویی در مصرف آب و در صورت پوشش تمام پشته و نصف جوی توسط مالچ باعث صرفه جویی در مصرف آب به میزان ۳۲٪ شد.

۲- لغات کلیدی: گوجه فرنگی، مالچ، کارایی مصرف آب و عملکرد.

۳-مقدمه:

امروزه استفاده از پوشش پلاستیک سیاه در حل مشکلات متعدد زراعی نظیر علفهای هرز، کمبود آب، سله بندی خاک، شستشوی بعضی از عناصر در خاک و غیره نتایج چشمگیری داشته و در نتیجه باعث افزایش عملکرد در هکتار و بخصوص در محصولات سبزی و صیفی، بهبود رشد رویشی و حتی زودرسی محصول و غیره می‌شود. از طرفی دیگر در شرایط ایران که در حدود ۹۴ درصد از آبهای استحصالی برای آبیاری فقط ۲۱ درصد از اراضی قابل زراعت کشور استفاده میشود و میزان اراضی نسبت به آب فزونی داشته و به منظور توسعه کشت نیازمند استفاده بهینه از منابع آب می‌باشد، استفاده از مالچ در زراعت بخصوص آبیاری سنتی که راندمان آبیاری پایین بوده و مقدار زیادی از آب آبیاری از دسترس گیاه خارج می‌گردد، موجب افزایش کارایی مصرف آب و فراهم نمودن توسعه زراعت آبی می‌گردد.

میرزاعلیان و کاشی در بررسی اثرات پوشش پلاستیک سیاه و تراکم کاشت بر رشد و عملکرد طالبی پی بردند که پوشش پلاستیک بر همه شاخصهای رشد و عملکرد تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشته است. تراکم کاشت روی وزن متوسط میوه، تعداد میوه در بوته، سطح برگ، وزن تر و خشک برگ و ساقه، تعداد برگ، وزن و طول بوته تاثیر معنی‌داری در سطح ۵٪ داشت که با افزایش تراکم کشت تمام این صفات بصورت خطی کاهش حاصل کرد (۳).

در طی آزمایشی که بمدت ۲ سال در انگلستان توسط بل در ۱۹۸۸ انجام گرفت، تاثیر آبیاری قطره‌ای و مالچ پلی اتیلنی سیاه بر گوجه‌فرنگی بررسی گردید و مشخص شد که میزان NH_4-N ، NH_3-N و Mg در خاک پوشیده شده با مالچ به مراتب بیشتر از خاک بدون مالچ میباشد. استفاده از مالچ پلی اتیلنی میزان گسترش گیاه و وزن خشک گیاه را افزایش داد. مقدار محصول به میزان ۴۴٪ در استفاده با مالچ افزایش حاصل کرد (۵).

در ارزیابی اثرات مالچ پلی اتیلن سیاه بر روی رشد، عملکرد و عارضه پوسیدگی گلگاه هندوانه رقم چارلستون گری که توسط کاشی در ۱۳۷۹ انجام گرفت، ثابت شد که مالچ با جلوگیری از رویش علفهای هرز و حفظ رطوبت خاک، مقدار عملکرد کل میوه را به میزان قابل توجه به ۸۵٪ افزایش داد. همچنین وزن تر اندامهای هوایی بوته، تعداد و وزن متوسط میوه در هر بوته و میزان زودرسی محصول به طور معنی داری تحت تاثیر مالچ قرار گرفتند و تعداد میوه‌های آلوده به پوسیدگی گلگاه به میزان ۱۷ درصد کاهش حاصل کرد (۲).

در طی آزمایشی که در سال ۱۹۸۱ توسط گودن در استرالیا انجام گرفت، تأثیر مالچ پلی اتیلن سیاه و علف کش بر کنترل علفهای هرز تاکستان‌های انگور بررسی گردید. در طی ۶ سال اول آزمایش، رشد رویشی و میزان محصول در تیمار مالچ در مقایسه با تیمار علف کش دو برابر افزایش نشان داد. بیشترین میزان رشد در تیمار مالچ با شروع فصل رشد مشاهده گردید. در آخر اولین سال آزمایش قطر درختان انگور در تیمار با مالچ ۳ سانتی متر بیشتر از قطر درختان در تیمار با علف کش بود (۸).

در بررسی اثر تراکم کشت روی عملکرد گوجه فرنگی و خسارت هلیوتیس که در کشور یمن در ۱۹۸۴ توسط با آنگود انجام گرفت، مشاهده گردید که در تراکم با فاصله ردیف ۱۲۰ سانتی متر و فاصله بین بوته‌ها ۶۰ سانتی متر عملکرد ۳۵ تن در هکتار ولی در فاصله ردیف ۱۴۰ سانتی متر و فاصله بین بوته‌ها ۴۰ سانتی متر عملکرد ۵۰ تن در هکتار می‌باشد. تراکم کشت روی خسارت هلیوتیس اثر معنی داری نگذاشت (۴).

در طی آزمایشی که در رومانی در سال ۱۹۷۷ توسط ایندرا انجام گرفت، اثر تراکم کشت بر روی دو لاین و دو هیبرید بررسی شد. با افزایش تراکم کشت، محصول افزایش حاصل کرد. در رقم هیبرید HC340F تراکم ۵۷۱۰۰۰ گیاه در هکتار در مقایسه با تراکم ۴۰۸۰۰۰ عملکرد افزایش معنی داری پیدا کرد. در همین رقم با افزایش تراکم وزن متوسط میوه کاهش حاصل کرد (۱۱).

بمنظور بررسی اثر مالچ پلی اتیلن سیاه و تغذیه برگی بر محصول خیار (*Cucumis sativus* L.) در کشت پاییزه آزمایشی با ۱۲ تیمار در ۱۳۷۷ در اصفهان توسط فرهادی انجام شد. تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که عملکرد میوه، وزن تر و خشک بوته تعداد و سطح برگ در تیمارهای مالچ پلی اتیلن سیاه اختلاف معنی داری با شاهد (بدون مالچ پلی اتیلن) داشت (۱).

در یک آزمایش گلخانه ای که در ۱۹۷۹ در ژاپن انجام گرفت، مشاهده گردید که مالچ بر افزایش نمو ریشه و افزایش تولید میوه گوجه فرنگی و کاهش ترکیب میوه گوجه فرنگی تأثیر چشمگیری دارد. در این آزمایش مشخص شد که مالچ پلی اتیلن به مراتب بیشتر از مالچ کاه و کلش مؤثر می‌باشد (۹).

فراک و همکارانش در ۱۹۹۱، تأثیر سه نوع مالچ، پلاستیک سفید، پلاستیک سیاه و بقایای گیاهی را در کاهش مصرف آب در کشت گوجه فرنگی مورد بررسی قرار داده و اعلام نمودند که استفاده از مالچ گیاهی (بقایای نیشکر)، ضمن افزایش عملکرد به میزان ۹۸/۱۴٪، موجب کاهش مصرف آب به میزان ۴۴/۳۴٪ نسبت به تیمار شاهد گردیده است (۷).

تحقیقات ایباوا و کوئیزادا در ۱۹۹۲ در رابطه با تأثیر مالچ بر عملکرد محصول گوجه فرنگی و کاهش مصرف آب تحت سه سیستم کاشت گلخانه‌ای، تونل پلاستیکی و هوای آزاد، بیانگر کاهش محسوس مصرف آب و افزایش WUE بوده است، به طوری که با استفاده از مالچ، صرفه جویی به میزان ۱۰۰، ۱۵ و ۵۰ میلی‌متر در مصرف آب و افزایش کارایی مصرف آب (WUE) به مقدار ۱۲/۲٪، ۱۶۹/۶٪ و ۳۶/۶٪ به ترتیب در سه سیستم گلخانه ای، تونل پلاستیکی، هوای آزاد و استفاده از مالچ نسبت به شاهد بدون استفاده از مالچ حاصل گردیده است (۱۰).

شیرواستاوا در ۱۹۹۴ ثابت کرد که استفاده توام آبیاری قطره‌ای و مالچ می‌تواند ضمن حصول حداکثر عملکرد، میزان مصرف آب را ۴۴٪ نسبت به آبیاری سطحی بدون استفاده از مالچ کاهش دهد (۱۴).
 السون و همکارانش در ۱۹۹۰ گزارش نموده اند استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای و مالچ پلی اتیلنی باعث کاهش مصرف کود، افزایش راندمان مصرف آب و در نهایت افزایش عملکرد در سبزیجات می‌شود (۱۳).
 تحقیقات بوگل و همکاران در ۱۹۸۸ بیانگر نقش مثبت استفاده توام سیستم آبیاری قطره‌ای و مالچ پلی اتیلن در افزایش عملکرد و کاهش مصرف آب در زراعت گوجه فرنگی می‌باشد، به طوری که عملکرد نهایی محصول در صورت استفاده از مالچ در سیستم آبیاری سطحی، آبیاری قطره‌ای بدون استفاده از مالچ و آبیاری قطره‌ای توام با مصرف مالچ به ترتیب ۶۶٪، ۷۰٪ و ۱۲۳٪ نسبت به شاهد (آبیاری معمولی بدون استفاده از مالچ) داشته است. در دو حالت فوق، میزان مصرف آب نسبت به شاهد، ۵۵٪ صرفه جویی شده است (۶).

۴- روش تحقیق

به منظور اجرای آزمایش، مزرعه‌ای در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دکتر نجوانی (که‌ریز) ۴۰ کیلومتری شمال شهرستان ارومیه و مجاور روستای که‌ریز در مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۵۳ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۷ دقیقه طول شرقی و در ارتفاع ۱۳۲۵ متری از سطح دریا با بافت خاک لوم و لوم شنی انتخاب شد. این منطقه جزء مناطق نیمه خشک تا نیمه مرطوب بوده که حداکثر دمای آن ۳۸/۴ و حداقل آن ۲۳- درجه سانتیگراد، میانگین کل بارندگی سالیانه بلند مدت ۳۵۰ میلیمتر و تبخیر سالیانه آن ۱۲۰۰ میلیمتر است.

فاکتورهایی که مورد بررسی قرار گرفتند، عبارت بودند از فاصله بین ردیفهای کاشت در دو سطح ۱۲۰ و ۱۰۰ سانتی متر، فاصله بین بوته‌ها روی ردیف در سطوح ۲۰ و ۴۰ سانتی متر و روش استفاده از مالچ در سه سطح ۱- پوشیده شدن تمام پشته و نصف جوی از مالچ ۲- پوشیده شدن تمام جوی و نصف پشته از مالچ و ۳- تیمار بدون مالچ (شاهد). آزمایش به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۸۴ اجرا شد. ترکیب فاصله بین ردیفهای کشت و فاصله بین بوته‌ها به صورت فاکتوریل بعنوان فاکتورهای اصلی در کرت‌های اصلی و روش استفاده از مالچ بعنوان فاکتور فرعی در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف کشت با طول ۵ متر بوده و در هر کرت دو ردیف کناری و نیم متر از هر دو طرف ردیفهای وسط بعنوان حاشیه در نظر گرفته شدند. بذر گوجه فرنگی رقم پتوارلی CH از اواسط اسفند ماه در خزانه جهت تهیه نشا کشت شد و در بهار بعد از آماده شدن، نشا به زمین مورد نظر منتقل داده شد. قبل از انتقال نشا به زمین، پلاستیک بر اساس تیمارها بر روی سطح خاک پهن شده و در محل کشت بوته، پلاستیک سوراخ گردیده و کشت در لبه‌های جوی انجام شد. در تیماری که تمام جوی با مالچ پوشیده شده بود، در چند جا پلاستیک سوراخ شد تا آب به داخل خاک نفوذ کند. مالچ پلی اتیلنی از نوع سیاه بوده و ضخامت آن در حدود ۰/۰۷ میلیمتر بود.

جهت بررسی میزان کاهش مصرف آب با استفاده از مالچ، قبل از هر نوبت آبیاری نمونه خاک در عمق توسعه ریشه تهیه و میزان رطوبت آن تعیین شده و سپس مقدار آب آبیاری جهت جبران تخلیه رطوبتی تا حد ظرفیت زراعی مزرعه محاسبه و برای هر کرت بطور مستقل و توسط سیستم لوله کشی داخل مزرعه داده شد. به منظور کنترل میزان دقیق آب آبیاری، از کنتور حجمی دو اینچ استفاده شد. تعداد چهارچین برداشت شده و داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و میانگین داده‌ها بروش دانکن مقایسه شدند.

۵- نتایج و بحث:

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری تاثیر فاصله ردیف و تیمارهای مالچ و کلیه اثرات متقابل بین فاکتورهای مزکور بر روی عملکرد محصول در سطح آماری ۱٪ و تاثیر فاصله بوته در عملکرد محصول در سطح آماری ۵٪ تاثیر معنی‌دار داشته است (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد گوجه فرنگی

ردیف	منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد (تن در هکتار)
۱	تکرار	۳	۲۷,۹۶ (ns)
۲	فاصله ردیف (فاکتور A)	۱	۲۰۹۴,۸ (**)
۳	فاصله بوته (فاکتور B)	۱	۱۹۶,۴۲ (*)
۴	A*B	۱	۲۷,۱۵ (ns)
۵	خطای آزمایشی	۹	۳۲,۱۵
۶	مالچ (فاکتور C)	۲	۲۷۴,۱۸ (**)
۷	A*C	۲	۱۳۹,۴۵ (**)
۸	B*C	۲	۲۳۴,۵۸ (**)
۹	A*B*C	۲	۱۶۳,۴۵ (**)
۱۰	خطای آزمایشی	۲۴	۱۷,۶۵
۱۱	ضریب تغییرات (درصد)		۵,۹۶

* و ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی داری.

با کاربرد مالچ بصورت پوشش تمام پشته و نصف جوی بیشترین عملکرد (۷۴,۸ تن در هکتار) در مقایسه با تیمار بدون مالچ (۶۹,۸ تن در هکتار) و تیمار پوشش کل جوی و نصف پشته (۶۶,۸ تن در هکتار) که هر دو در یک کلاس آماری واقع شده‌اند، بدست آمده است. در جدول شماره ۲ تاثیر استفاده از مالچ بر عملکرد محصول و همچنین میزان مصرف آب و کارایی مصرف آورده شده است.

کاربرد مالچ در هر شرایط موجب کاهش قابل ملاحظه در مصرف آب شده است. طوریکه در هر دو تیماری که مالچ بکاربرده شده است، مصرف آب ۳۲ و ۴۳ درصد نسبت به تیمار فاقد مالچ کاهش یافته است.

جدول شماره ۲-تاثیر مالچ در عملکرد، مصرف آب و کارایی مصرف آب گوجه فرنگی

شرح تیمار مالچ	عملکرد (تن در هکتار)	مصرف آب (متر مکعب در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم میوه بر متر مکعب آب)
بدون پوشش مالچ(شاهد)	۶۹,۸۵(b)	۶۸۵۰	۱۰,۲۰
پوشش تمام پشته و نصف جوی توسط مالچ	۷۴,۹۷(a)	۴۶۶۰	۱۶,۰۹
پوشش تمام جوی و نصف پشته توسط مالچ	۶۶,۷۸(b)	۳۹۰۵	۱۷,۱۰

در میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌دار مشاهده نشده است.

نحوه کاربرد مالچ در عملکرد و مصرف آب مهم بوده و چنانکه از نتایج پیداست مصرف آب در تیمار پوشش کل جوی و نصف پشته با مالچ، کمتر از سایر تیمارها می‌باشد. طوریکه نسبت به تیمار بدون مالچ و تیمار پوشش کل پشته و نصف جوی بترتیب ۴۳٪ و ۱۶,۲٪ موجب صرفه جویی در مصرف آب شده است. علت کاهش مصرف آب در این تیمار نسبت به تیمار دیگر مالچ این است که نصف پشته و سطح کل جوی از مالچ پوشیده شده و نصف دیگر پشته که فاقد مالچ می‌باشد توسط شاخ و برگ بوته(با توجه به میزان رشد) پوشش داده شده و در واقع تقریباً کل سطح مزرعه پوشش یافته و میزان تبخیر از سطح خاک به حداقل مقدار خود میرسد. در تیمار پوشش کل پشته و نصف جوی، مقداری تبخیر از نصف سطح جوی که فاقد مالچ می‌باشد، صورت می‌گیرد. میزان عملکرد در این تیمار نسبت به تیمار شاهد و تیمار دیگر مالچ کمتر می‌باشد (به ترتیب ۶,۸ و ۱۰,۹ درصد کاهش عملکرد) که می‌توان علت آن را در توزیع بهتر رطوبت در خاک در دو تیمار مذکور ذکر نمود. چرا که در این تیمار کل جوی از مالچ پوشیده شده و آب فقط از سوراخهای تعبیه شده بداخل خاک نفوذ کرده و سطح نفوذ در این تیمار نسبت به سایر تیمارها حداقل می‌باشد.

با در نظر گرفتن میزان عملکرد و مصرف آب و به عبارتی کارایی مصرف آب می‌توان به افزایش ۵۷,۷ و ۶۷,۷ درصدی در کارایی مصرف آب مالچ پی برد. که بیانگر تاثیر قابل توجه کاربرد مالچ در افزایش کارایی مصرف آب و استفاده بهینه از منابع آب می‌باشد.

جدول شماره ۳- تغییرات نسبی تاثیر تیمارهای مالچ در عملکرد، مصرف آب و کارایی مصرف آب نسبت به تیمار شاهد

شرح تیمار مالچ	نسبت عملکرد (درصد)	نسبت مصرف آب (درصد)	نسبت کارایی مصرف آب (درصد)
بدون پوشش مالچ(شاهد)	۰	۰	۰
پوشش تمام پشته و نصف جوی توسط مالچ	۷,۳	-۳۲	۵۷,۷
پوشش تمام جوی و نصف پشته توسط مالچ	-۴,۴	-۴۳	۶۷,۷

۶- پیشنهاد:

- استفاده از مالچ در دو فرم بکار رفته در این پژوهش نسبت به تیمار شاهد (فاقد مالچ) تاثیر قابل توجه در کاهش مصرف آب دارد لذا استفاده از مالچ به عنوان روشی مناسب برای افزایش کارایی مصرف آب در مزارع گوجه فرنگی و بخصوص در مناطقی که کمبود منابع آب مواجه می‌باشند و یا هزینه استحصال و عملیات آبیاری بالا می‌باشد، قابل توصیه است.

- نحوه پوشش مالچ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و چنانکه از نتایج قابل استنتاج می‌باشد افزایش سطح پوشش مزرعه توسط مالچ موجب کاهش هر چه بیشتر مصرف آب و فراهم نمودن سطح بیشتری نفوذ موجب افزایش عملکرد میشود لذا پیشنهاد میشود در صورت پوشش کل جوی، سوراخهای بیشتری در کف و دیواره مالچ جهت نفوذ بیشتر و افزایش یکنواختی جبهه نفوذ به محدوده ریشه فراهم شود.

۷- منابع مورد استفاده:

- ۱- فرهادی، ع.ع. کاشی، م. بابالار و ا. مرتضوی لک. ۱۳۷۹. بررسی آثار مالچ پلی اتیلن سیاه و تغذیه برگی بر محصول خیار در کشت پائیزه. خلاصه مقالات دومین کنگره علوم باغبانی ایران، کرج، ایران.
- ۲- کاشی، ع و س. حسین زاده. ۱۳۷۹. اثرات مالچ و کاربرد کلسیم بر رشد، عملکرد و عارضه پوسیدگی گلگاه (Blossom end rot) هندوانه رقم چارلستون گری. خلاصه مقالات دومین کنگره علوم باغبانی ایران، کرج، ایران.
- ۳- میرزا علیان، ع.ع. کاشی. ۱۳۷۹. بررسی اثرات پوشش پلاستیک سیاه و تراکم کاشت بر رشد و عملکرد طالبی. خلاصه مقالات دومین کنگره علوم باغبانی ایران، کرج، ایران.

- 4- Ba-Angood, SA.1984. A study on the effect of plant density on the spread of tomato fruitworm (*Heliothis armigera* Hb.) and on tomato yield in the peoples. Democratic Republic of Yemen. Arab journal of plant projection. 2(1), 40-43.
- 5- Bhella, H.S. 1988. Tomato response to trickle irrigation and black polyethylene mulch. Journal of the American society for Horticultural science. 113(4), 543-546.

- 6- Bogle, C.R., Hartz, T.K., Nanez, C.1989. Comparison of subsurface trickle and furrow irrigation on plastic mulched and bare soil for tomato production. Journal of the American society for horticultural science. 114, No.1, 40-43.
- 7- Firak, NN., Bangal, GB., Gutal, GB.1991. Soil moisture conservation efficiency of mulches in tomato. Maharashtra Journal of Horticulture. 5:2, 83-87.
- 8- Godden, G.D. and Haride, W.J.1981. Comparison between grapevine response to polyethylene mulch and herbicide control of weeds. Gartenbauwissenschaft. 46(6), 277-284.
- 9- Hasegawa, K. and Tanaka, T.1979. Effect of polyethylene mulch prevention of fruit cracking in tomatoes. Buletin of the Hiroshima Agricultural.
- 10- Ibavva- Jimenez, L. and Quezada- Martin, MR.1992. Response of mulching in the development and yield of tomato cultivation in the greenhouse, tunnel and open air. XII congreso internacional de plasticos en agricultura.
- 11- Indrea, D. et, al.1977. Plant density in the cultivation of some determinate tomato lines and hybrids. Buletinul Institutue Agronomic cluj Napoca. 31, 45-49.
- 12- Olson, S.M., Locascio, S.J.and clough, G.H.1990. Yield of successive cropped polyethylene- mulched vegetables as Affected by Irrigation method and fertilization Management. Journal of the American society for Horticultural science.Vol. 115 , No 6.
- 13- Shirvastava, P.K., Parkin, M.M., Sawani, N.G and Raman, S.1994. Effect of drip irrigation and mulching on tomato yield. AGRIC.-WATER-MANAGE.Vol. 25.No.2.PP.179-184.