علوم کاربردی سیب‌زمینی
سال چهارم شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۰

بهبود عملکرد و کیفیت غده‌های تولیدی سیب‌زمینی با کاربرد محرک‌های رشد در استان خوزستان

محمدرضا رفیع[1*]، عبدالستار دارابی[2] و مریم جوادزاده[3]

۱- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۲- دانشیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

۳- محقق بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

* نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول: Rafie1670@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۰۲
تاریخ انجام اصلاحات: ۱٤۰۰/۰٤/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰٤/۰۵

چکیده

زراعت زمستانه سیب‌زمینی در استان خوزستان با شرایط نامساعد آب و هوایی به‌ویژه از اواسط حجیم‌شدن غده، با تنش حرارتی بالا مواجه است. تنش گرما در خوزستان نه‌تنها سبب کاهش عملکرد کل سیب‌زمینی، بلکه سبب افزایش درصد عملکرد غیرقابل فروش در منطقه شده است. یکی از روش‌های کاهش خسارت تنش درجه حرارت بالا، مصرف محرک‌های رشد گیاهی از جمله اسیدهیومیک، اسیدآمینه‌های کمپلکس‌شده با عناصر غذایی Zn، K و Ca می‌باشد. این پژوهش در راستای بررسی اثرات هفت محرک رشد بر دو رقم سانته و اوتاوا در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بهبهان اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده شامل: اسیدهیومیک، اسیدآمینه آزاد، اسیدآمینه- عناصر غذایی (Zn، K، Ca و K-Ca)، مصرف توأم محرک‌های رشد و شاهد بود. نتایج نشان داد که در هر دو رقم، محرک‌های رشد گیاهی (به‌جز اسیدآمینه)، باعث افزایش عملکرد کل و قابل فروش غده نسبت به شاهد شدند. در هر دو رقم، بیش‌ترین عملکرد کل و قابل فروش در مصرف توأم محرک‌های رشد بود. در رقم سانته، افزایش عملکرد غده در مصرف توأم محرک‌های رشد نسبت به سایر محرک‌های رشد بیش‌تر بود. در هر دو رقم، محرک‌های رشد گیاهی باعث کاهش درصد عملکرد غیرقابل فروش شدند ولی این کاهش در رقم سانته به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیش‌تر بود.

واژگان کلیدی: *سیب‌زمینی، عملکرد غیرقابل فروش، اسیدهیومیک، اسیدآمینه، نیترات*

بیان مساله

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum L.*) به‌دلیل داشتن هیدروکربن‌های قابل هضم و پروتئین‌های حاوی لیزین که یک اسیدآمینه ضروری و مهم بوده و غالباً در محصولاتی مانند غلات و سبزیجات وجود ندارد، ارزش غذایی فراوانی دارد (۹). رشد سیب‌زمینی تحت تأثیر بسیاری از عوامل تنش‌زای زنده و غیر زنده است (۸). تنش گرما در خوزستان نه‌تنها سبب کاهش عملکرد کل سیب‌زمینی، بلکه سبب افزایش درصد عملکرد غیرقابل فروش در منطقه شده است. محرک‌های زیستی بر متابولیسم سلولی گیاهان مؤثر بوده و منجر به افزایش تحمل به تنش‌های غیر زنده، بهبود رشد گیاه و عملکرد محصول می‌شوند (۸). بنابراین به‌نظر می‌رسد که استفاده از محرک‌های رشد در خوزستان و سایر مناطق نیمه‌گرمسیری، سبب افزایش عملکرد غده و هم‌چنین کاهش درصد عملکرد غیرقابل فروش شود. در برخی از مطالعات، تأثیر کاربرد اسیدهیومیک به‌عنوان محرک رشد گیاهی بر افزایش طول ریشه، جذب عناصر معدنی و افزایش وزن تر و خشک گیاهان زراعی گزارش شده است (۲). در آزمایشی توسط سرهان (۲۰۱۱)، اسیدهیومیک باعث افزایش معنی‌داری در رشد شاخ و برگ، تعداد غده و وزن غده و در نتیجه منجر به افزایش عملکرد گیاه سیب‌زمینی شد (٦). در آزمایشی دیگر، پژوهشگران با مصرف اسیدهیومیک در آب آبیاری سبب افزایش پارامترهای رشد، عملکرد و خواص فیزیکی و شیمیایی غده سیب‌زمینی شدند (۲). یکی دیگر از انواع محرک‌های رشد گیاهی، اسیدهای آمینه است. محققان گزارش کردند که محلول‌پاشی اسیدآمینه در شرایط تنش باعث افزایش عملکرد، اجزای عملکرد و بهبود صفات کیفی محصولات مختلف ازجمله سیب‌زمینی می‌شود (۷). هم‌چنین اسیدهای آمینه می‌توانند به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی و درنتیجه بر روی رشد و عملکرد گیاه تأثیر بگذارند. به‌نظر می‌رسد که عناصر غذایی مؤثر در رفع تنش‌های غیر زنده (مانند: پتاسیم، کلسیم و روی) به‌صورت ترکیبات اسیدآمینه- عنصر غذایی، می‌توانند با افزایش تحمل سیب‌زمینی در برابر تنش‌های گرمایی و تنش‌های محیطی باعث افزایش عملکرد این محصول شوند. در برخی مطالعات، مشخص شده است که برگ‌پاشی عنصر کلسیم در کاهش خسارت گرما و درنتیجه افزایش عملکرد سیب‌زمینی مؤثر بوده است. کلسیم در تنظیم تعدادی از فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان در سطوح بافتی، سلولی و مولکولی نقش مهمی دارد که هم رشد و هم پاسخ به تنش‌های محیطی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۰). کاربرد پتاسیم نیز موجب سازگاری گیاه به تنش‌های محیطی می‌شود (٤). عنصر روی نیز با تأثیر بر ظرفیت جذب و انتقال آب، سبب کاهش اثرات نامطلوب تنش گرمایی در گیاه می‌شود (۱). یکی از ویژگی‌های مهم کیفی غده سیب‌زمینی، تجمع نیترات در سیب‌زمینی است که در اثر فعل و انفعالات شیمیایی به ترکیباتی به نام نیتروز آمین که سرطان‌زا هستند، تبدیل می‌شوند. اسیدهای آمینه محصول پایانی مرحله جذب و احیای نیترات هستند. بنابراین، افزایش غلظت اسیدهای آمینه، مانع از تجمع نیترات در بافت‌های گیاهی می‌شود (۳).

تولید سیب‌زمینی در کشت زمستانه در مناطق نیمه‌گرمسیری جنوب کشور ازجمله جنوب خوزستان، همواره با چالش افزایش درجه حرارت و گرما از اواخر فروردین ماه همراه است. عملکرد سیب‌زمینی در خوزستان در مقایسه با مناطق معتدله کشور به‌میزان قابل توجهی پائین‌تر است. یکی از دلایل پائین بودن عملکرد سیب‌زمینی، طولانی بودن مدت زمان از کاشت تا سبزشدن در مقایسه با مناطق معتدله کشور (٤٠ روز) و دلیل دیگر، مواجه شدن گیاه با دمای بالا از اواخر فروردین ماه می‌باشد. گرما بر کلیه جنبه‌های حیات گیاه مانند: رشد، فتوسنتز، تنفس، مرحله زایش، فرآیندهای متابولیکی و رشد و نمو غده تأثیرگذار است. به‌نظر می‌رسد در شرایط تنش گرمایی، محرک‌های رشد می‌توانند به‌عنوان یک راهبرد برای کاهش اثرات منفی دمای بالا به‌کار گرفته شوند. در استان خوزستان، کاربرد مواد تحریک‌کننده رشد از جمله: اسیدهیومیک و کمپلکس‌های اسیدآمینه- عناصر غذایی (روی، پتاسیم و کلسیم) در مراحل حساس رشد سیب‌زمینی می‌تواند با افزایش سرعت رشد و نمو سیب‌زمینی و افزایش تحمل گیاه در مقابل استرس‌های محیطی ازجمله گرما که مهم‌ترین عامل اقلیمی محدودکننده سیب‌زمینی در خوزستان است، باعث افزایش عملکرد این محصول شود. علاوه بر این، مصرف محرک‌های رشد گیاهی باعث کاهش نیترات غده سیب‌زمینی می‌شود. بنابراین هدف از اجرای این آزمایش، بررسی اثرات محرک‌های رشد گیاهی بر عملکرد و کیفیت غده‌های تولیدی سیب‌زمینی ارقام سانته و اوتاوا در شرایط تنش گرمایی در استان خوزستان بود.

معرفی دستاورد یا راهکار

۱- در رقم سانته، بیش‌ترین عملکرد کل و قابل فروش غده توسط مصرف توأم محرک‌های رشد تولید شد و برتری آن نسبت به مصرف تکی سایر محرک‌های رشد و شاهد، قابل توجه بود. به‌طوری‌که کاربرد توأم محرک‌های رشد باعث افزایش ۱۱/۳۱ و ۱۲/۷ تن در هکتاری عملکرد کل و قابل فروش غده نسبت به شاهد شد (جدول ۱ و شکل ۱).

۲- در رقم اوتاوا، اگرچه بیش‌ترین عملکرد کل و قابل فروش غده توسط مصرف توأم محرک‌های رشد تولید شد ولی با توجه به برتری کم این تیمار نسبت به کاربرد اسیدآمینه‌های پتاسیم یا کلسیم‌دار یا اسیدهیومیک، تیمارهای ذکرشده توصیه می‌شوند (جدول ۱ و شکل ۱).

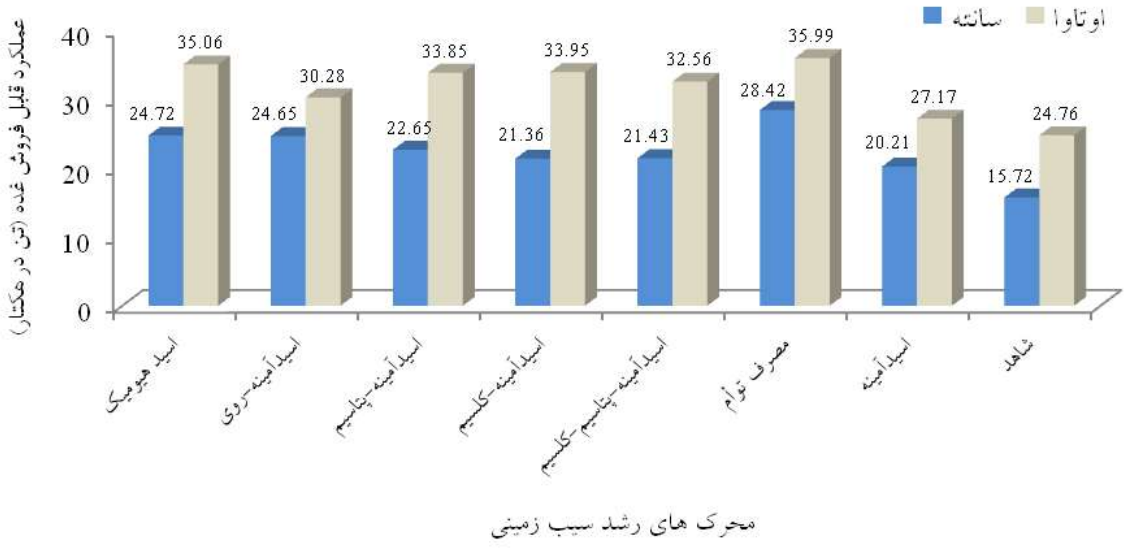
۳- در رقم سانته، کاربرد محرک‌های رشد گیاهی صرف‌نظر از نوع ماده، درصد عملکرد غیرقابل فروش را به‌طور قابل توجهی نسبت به شاهد کاهش دادند (جدول ۱). بهترین تیمار از نظر درصد عملکرد قابل فروش، تیمار مصرف توأم محرک‌های رشد بود. به‌طوری که حداکثر درصد عملکرد قابل فروش (۹۴/۹۵ درصد) در تیمار مصرف توأم تولید شد و در مقایسه با درصد عملکرد قابل فروش شاهد (۸۴/۳۳ درصد) به مقدار ۱۰/۵۶ درصد بیش‌تر بود (شکل ۱).

۴- در رقم اوتاوا، اگرچه کاهش درصد عملکرد غیرقابل فروش تحت تأثیر محرک‌های رشد اسیدآمینه، اسیدآمینه- پتاسیم- کلسیم و کاربرد توأم محرک‌های رشد نسبت به شاهد قابل توجه بود ولی کاهش عملکرد غیرقابل فروش این رقم نسبت به رقم سانته به‌مراتب کم‌تر بود (جدول ۱).

۵- در هر دو رقم، حداکثر پروتئین و درصد ماده خشک غده در مصرف توأم محرک‌های رشد مشاهده شد. در رقم سانته، مقادیر پروتئین غده و ماده خشک غده در کاربرد توأم محرک-های رشد به‌ترتیب ۲۶ و ۱۸ درصد و در رقم اوتاوا به‌ترتیب ۱۹ و ۱۹ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۱).

۶- در هر دو رقم، حداکثر نیترات غده در شاهد مشاهده شد. کاربرد محرک‌های رشد باعث کاهش مقدار نیترات غده شد. در رقم سانته با کاربرد اسیدآمینه، مقدار نیترات غده نسبت به شاهد ۳۹/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم کاهش یافت. درحالی که در رقم اوتاوا با کاربرد اسیدهیومیک، مقدار نیترات غده ۵۰/۶۵ میلی-گرم در کیلوگرم در مقایسه با شاهد کاهش پیدا کرد (شکل ۲).

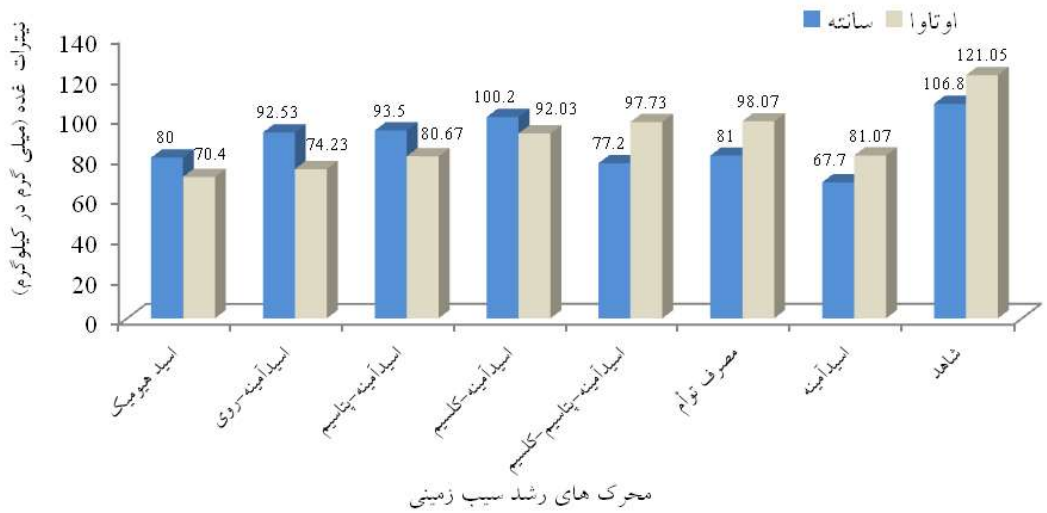
۷- گرمای انتهای فصل رشد در زراعت زمستانه سیب‌زمینی، یکی از چالش‌های مهم تولید این محصول در مناطق گرم کشور است. با کاربرد مواد محرک رشد به‌همراه عناصر غذایی ضد تنش می‌توان از افزایش درصد عملکرد غیرقابل فروش، کاهش عملکرد (بیش از ۱۰ تن در هکتار) و افزایش نیترات که ناشی از تنش گرمایی است، جلوگیری کرد.



شکل ۱- مقایسه اثر محرک‌های رشد گیاهی بر عملکرد قابل فروش غده سیب‌زمینی

جدول ۱- مقایسه میانگین عملکرد (کل، قابل فروش) و درصد عملکرد غیرقابل فروش، پروتئین غده و ماده خشک سیب‌زمینی (رقم سانته) تحت تأثیر محرک‌های رشد گیاهی

تیمارها	عملکرد کل (تن در هکتار)	عملکرد غیرقابل فروش (درصد)	پروتئین غده (درصد)	ماده خشک (درصد)
		رقم سانته		
اسیدهیومیک	۲۶/۰۹	۵/۲۹	۹/۹۹	۲۲/۲۳
اسیدآمینه- روی	۲۶/۵۰	۷/۰۱	۹/۸۰	۲۲/۰۶
اسیدآمینه- پتاسیم	۲۴/۲۰	۶/۶۷	۹/۶۷	۲۲/۳۸
اسیدآمینه- کلسیم	۲۳/۲۵	۸/۱۶	۹/۳۵	۲۳/۸۶
اسیدآمینه- پتاسیم- کلسیم	۲۳/۴۸	۸/۸۴	۱۰/۰۵	۲۲/۷۰
مصرف توأم	۲۹/۹۵	۵/۱۲	۱۰/۲۶	۲۴/۶۵
اسیدآمینه	۲۱/۹۰	۷/۷۵	۹/۳۲	۲۱/۰۱
شاهد	۱۸/۶۴	۱۵/۹۹	۸/۱۶	۲۰/۸۴
		رقم اوتاوا		
اسیدهیومیک	۳۶/۶۷	۴/۴۲	۹/۷۸	۲۱/۷۳
اسیدآمینه- روی	۳۱/۷۸	۴/۶۱	۱۰/۳۸	۱۹/۹۵
اسیدآمینه- پتاسیم	۳۶/۳۹	۴/۳۱	۱۰/۳۷	۲۰/۶۰
اسیدآمینه- کلسیم	۳۵/۲۶	۴/۲۹	۹/۶۹	۲۱/۲۸
اسیدآمینه- پتاسیم- کلسیم	۳۳/۶۵	۳/۲۶	۱۰/۱۶	۲۰/۴۴
مصرف توأم	۳۷/۱۲	۳/۰۵	۱۰/۴۹	۲۳/۶۷
اسیدآمینه	۲۷/۶۴	۱/۶۷	۹/۲۰	۱۹/۸۹
شاهد	۲۶/۲۶	۵/۷۴	۸/۸۳	۱۹/۸۳



شکل ۲- مقایسه اثر محرک‌های رشد گیاهی بر مقدار نیترات غده سیب‌زمینی

برای تولید سیب‌زمینی در استان خوزستان، توصیه می‌شود که کوددهی براساس نتایج آزمون خاک انجام شود. دوسوم کود پتاسیمی (از منبع سولفات پتاسیم) و هم‌چنین دوسوم کود فسفره (از منبع سوپرفسفات تریپل) در هنگام کاشت با استفاده از ماشین کودکار غده‌کار، توزیع شود. در این روش، این دو نوع کود در فاصله ۵ سانتی‌متر زیر غده قرار گرفته و سعی شود از تماس مستقیم با غده بذری و عوارض گیاه سوزی روی جوانه‌ها جلوگیری شود. یک‌سوم کود پتاسیمی از منبع سولوپتاس و یک‌سوم کود فسفره از منبع کود محلول مونوآمونیوم فسفات در هنگام حجیم شدن غده و به‌صورت کود آبیاری مصرف شود. یک‌سوم کود نیتروژن، قبل از کاشت و مابقی به نسبت‌های مساوی در مراحل ابتدای حجیم شدن و ۲۰ روز بعد از شروع حجیم شدن غده استفاده شود. برای رقم اوتاوا، مصرف اسیدهیومیک یا اسیدآمینه – پتاسیم و یا اسیدآمینه- کلسیم توصیه می‌شود. برای رقم سانته، مصرف توأم اسیدهیومیک، اسیدآمینه – پتاسیم، اسیدآمینه – کلسیم و اسیدآمینه – روی توصیه می‌شود.

مصرف اسیدهیومیک پس از سبزشدن غده‌ها به‌همراه آب آبیاری به‌میزان ۱۰ کیلوگرم در هکتار، محلول‌پاشی اسیدآمینه- روی در دو مرحله (غده‌زایی و ابتدای حجیم شدن غده)، محلول‌پاشی اسیدآمینه – پتاسیم یا اسیدآمینه – کلسیم در دو مرحله (ابتدا و اواسط مرحله حجیم شدن غده-ها) انجام شود (شکل‌های ۳ و ٤). محلول‌پاشی اسیدآمینه – عناصر غذایی با غلظت ۵ در هزار انجام شود. آبیاری برحسب شرایط اقلیمی و نیاز گیاه انجام شود. تنها بیماری مهم سیب‌زمینی در منطقه، بیماری لکه‌موجی می‌باشد که با قارچ‌کش‌های بردوفیکس و یا کلروتالونیل می‌توان با آن مبارزه کرد. یک هفته قبل از برداشت، اندام‌های هوایی قطع و غده‌ها در اواخر اردیبهشت ماه برداشت شوند.

شکل۳- رقم اوتاوا و کاربرد محرک‌های رشد و وضعیت مطلوب گیاه در شرایط تنش گرمایی

شکل٤- رقم سانته و کاربرد محرک‌های رشد و برتری تیمار توأم در طول دوره رشد در شرایط تنش گرمایی

توصیه ترویجی

برای تولید سیب‌زمینی در استان خوزستان، توصیه می‌شود که کوددهی براساس نتایج آزمون خاک انجام شود. دوسوم کود پتاسیمی (از منبع سولفات پتاسیم) و هم‌چنین دوسوم کود فسفره (از منبع سوپرفسفات تریپل) در هنگام کاشت با استفاده از ماشین کودکار غده‌کار مصرف شود. یک‌سوم کود نیتروژن، قبل از کاشت و مابقی به نسبت‌های مساوی در مراحل ابتدای حجیم شدن و ۲۰ روز بعد از شروع حجیم شدن غده استفاده شود. برای رقم اوتاوا، مصرف اسیدهیومیک یا اسیدآمینه- پتاسیم و یا اسیدآمینه- کلسیم توصیه می‌شود. برای رقم سانته، مصرف توأم اسیدهیومیک، اسیدآمینه- پتاسیم، اسیدآمینه- کلسیم و اسیدآمینه- روی توصیه می‌شود. تنها بیماری مهم سیب‌زمینی در منطقه، بیماری لکه‌موجی می‌باشد که با قارچ‌کش های بردوفیکس و یا کلروتالونیل می‌توان با آن مبارزه کرد. یک هفته قبل از برداشت، اندام‌های هوایی قطع و غده‌ها در اواخر اردیبهشت ماه برداشت شوند.

فهرست منابع

1- Disante, K. B., Fuentes, D. and Cortina, J. 2010. Sensitivity to zinc of Mediterranean woody species important for restoration. *Science of The Total Environment*, 408: 2216-2225.

2- Dziugieł, T. and Wadas, W. 2020. Effect of Plant Biostimulants on Macronutrient Content in Early Crop Potato Tubers. *Agronomy*, 10, 1202: 1-11.

3- King, B. J., Siddiqi, M. Y., Ruth, T. J., Warner, R. L. and Glass, A. D. 1993. Feedback regulation of nitrate influx in barley roots by nitrate, nitrite, and ammonium. *Plant Physiology*, 102: 1279–1286.

4- Omran, M. S., Taysee, M., El-Shinnawi, M. M. and El-Sayed, M. M. 1991. Effect of macro– and micro-nutrients application on yield and nutrients content of potatoes. *Egyptian Journal of Soil Science*, 31(1): 27-42.

5- Rizk, F. A., Shaheen, A. M., Singer, S. M. and Sawan, O. A. 2013. The Productivity of potato plants affected by urea fertilizer as foliar Spraying and humic acid added with irrigation water. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 2 (2): 76-83.

6- Sarhan, T. Z. 2011. Effect of humic acid and seaweed extracts on growth and yield of potato plant (*Solomun tubersum* L.). Desirce cv. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 39 (2): 19-27.

7- Shaheen, A. M., Ragab, M. E., Rizk, A., Mahmoud, S. H., Soliman, M. M. and Omar, N. M. 2019. Effect of some active stimulants on plant growth, tubers yield and nutritional values of potato plants grown in newly reclaimed soil. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 29 (1): 215-225.

8- Wadas, W. and Dziugiel, T. 2019. Growth and marketable potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber yield in response to foliar application of seaweed extract and humic acids. *Applied Ecology Environmental Research*, 19: 557–570.

9- Waglay, A., Karboune, S. and Alli, I. 2014. Potato protein isolates: recovery and characterization of their properties. *Food Chemistery*, 142: 373-382.

10- Waraich, E. A., Ahmad, R., Ashraf, M. Y. and Saifullah Ahmad, M. 2011. Improving agricultural water use efficiency by nutrient management in crop plants. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B–Soil and Plant Science*, 61 (4): 291-304.