مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی) جلد ۴۱ شماره ۴ زمستان ۱۳۹۷

بررسی تاثیر همزمان کاربرد عناصر کم مصرف و اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌ها کمی و کیفی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) رقم یونیورس

امیر رحیمی[۱]، بهنام دولتی[۲*]، سعید حیدرزاده[۳]

۱- استادیار گروه علوم زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲- استادیار گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۳- دانشجوی دکتری گروه علوم زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۰۸
پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۰۸/۰۱

کلمات کلیدی:
درصد قند خالص،
ضریب استحصال قند،
عملکرد ریشه،
کشاورزی پایدار،
ملاس و اسید هیومیک

* عهده دار مکاتبات
b.dovlati@urmia.ac.ir

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر اسید هیومیک و عناصر کم‌مصرف بر برخی از ویژگی‌های کمی و کیفی چغندرقند رقم یونیورس آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اراضی تحقیقاتی کارخانه چغندرقند نقده اجرا شد. تیمارهای آزمایشی، شامل مقادیر مختلف اسید هیومیک شامل صفر، ۲۰۰، ۳۰۰، ٤۰۰، ٥۰۰ و ٦۰۰ کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف (آهن، روی، بر، منگنز و شاهد) به‌عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شد. صفات مورد پژوهش، شامل درصد قند ناخالص، مقدار سدیم، پتاسیم و نیتروژن در غده، شاخص قلیائیت، ضریب استحصال قند، عملکرد ریشه، درصد قند خالص و قند ملاس بود. نتایج این پژوهش نشان داد که حداکثر درصد قند ناخالص (۱۸/٦۷ درصد)، خالص (۱٦/۳۰ درصد) و ضریب استحصال شکر (۸۷/۲٥ درصد) از تیمار مصرفی ٥۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک با محلول‌پاشی بور (B) به‌دست آمد. کاربرد عناصر کم‌مصرف و اسید هیومیک سبب کاهش میزان قند ملاس و افزایش درصد پتاسیم ریشه چغندرقند شد. افزایش مقادیر مصرفی اسید هیومیک به ترتیب سبب افزایش درصد عملکرد ریشه (۰۸/ ۲۹ درصد)، عملکرد قند ناخالص (۳۲/۷٥ درصد) و شاخص قلیائیت (۲۹/۳۹)، نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین با افزایش مواد هومیکی مقادیر نیتروژن (۲۷/٥۸ درصد) و سدیم (۲٤/۸۹ درصد) در ریشه چغندرقند کاهش یافت. حداکثر عملکرد ریشه (۹٦ /٦۸ تن در هکتار) و عملکرد قند ناخالص (۱۲/۱۸ تن در هکتار) در تیمار با منگنز (Mn) به‌دست آمد؛ بنابراین جهت نیل به کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد کمی و کیفی چغندرقند،کاربرد اسید هومیک همراه با عناصرکم مصرف توصیه می شود.

مقدمه

چغندر قند، با نام علمی *Beta vulgaris* L. دو لپه و از خانواده اسفناجیان است. در اصل، گیاه چغندرقند از نظر گیاه‌شناسی، گیاهی دوساله، ولی از نظر زراعی گیاهی یک‌ساله محسوب می‌گردد و از نظر کودپذیری، جزء گیاهان پرتوقع است. چغندر قند یک گیاه صنعتی و دومین گیاه زراعی قندی بعد از نیشکر است (۱). استان آذربایجان غربی به دلیل داشتن شرایط آب و هوایی مناسب، به‌عنوان دومین قطب تولید چغندرقند در ایران است (۱۷). شکر به‌عنوان محصول اصلی چغندرقند، بخش عمده‌ای از انرژی مورد نیاز انسان را تأمین می‌کند. از محصولات فرعی چغندرقند، می‌توان به ملاس و تفاله اشاره کرد که در تغذیه احشام کاربرد وسیعی دارد (۳۴).

امروزه، علاوه بر کاربرد عناصر غذایی پرمصرف، استفاده از عناصر کم مصرف، به‌عنوان ابزاری مهم برای حصول حداکثر عملکرد در واحد سطح مورد توجه است. عناصر غذایی کم مصرف علاوه بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی، در سلامتی انسان و دام نیز تاثیر به‌سزایی دارند (۴۲). عناصر کم مصرف، ضمن شرکت در ساختار بعضی از اندامک‌ها، در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه، دخالت دارند؛ به‌عنوان مثال، روی (Zn) در تولید هورمون‌های رشد (اکسین) و انجام فتوسنتز، افزایش فعالیت فسفواینول پیروات کربوکسیلاز و ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز، کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی و افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی است. عنصر بر (B) در تقسیم سلولی و آهن در تشکیل کلروفیل نقش دارند (۳۶). بر این اساس، توجه پژوهشگران و کشاورزان به اهمیت و ارزش عناصر کم مصرف، روز به روز بیشتر می‌شود. به‌طورکلی، می‌توان گفت دلیل اصلی توجه بیشتر به اهمیت عناصر کم مصرف، تخلیه بیش از حد این عناصر و عدم افزودن آن‌ها به خاک و متعاقبا پیدایش کمبود و بروز مشکلات تغذیه‌ای خواهد بود (۴۲).

محلول‌پاشی برگی با عناصر یکی از روش‌های سریع جهت پاسخ گیاهان به افزودن کود است که منجر به صرفه‌جویی در مصرف کود نیز می‌گردد (۲۲). در مورد خاک‌هایی که به دلیل pH زیاد خاک و یا ترکیب شیمیایی نامطلوب (افزایش کربنات کلسیم نسبت به کربنات سدیم و کربنات منیزیم) حلالیت عناصر غذایی کاهش می‌یابد، رقابت یونی (آنتاگونیستی) در خاک و در نتیجه، تجمع یون‌های فسفات حاصل خواهد شد و تحت این شرایط، جذب مواد غذایی و در نهایت برای رشد ریشه گیاه نامناسب خواهد شد (۳۱). بنابراین تغذیه گیاه به روش محلول‌پاشی برگی، نتیجه بهتری خواهد داشت. کودهایی که در خاک، به‌کار برده می‌شوند، علاوه بر تثبیت توسط اجزای خاک جهت انحلال به، حداقل رطوبت خاک نیاز دارند و در شرایط کمبود رطوبت، جذب عناصر در خاک محدود می‌شود. با استفاده از روش محلول‌پاشی می‌توان عناصر غذایی را سریعا در مراحل بحرانی رشد و در زمان حداکثر نیاز در اختیار گیاه قرار داد (۱۹). محلول‌پاشی، علاوه بر پاسخ سریع گیاه، صرفه‌جویی در مصرف کود با به حداقل رساندن آلودگی‌های زیست محیطی و آب‌های زیرزمینی، در راستای نیل به کشاورزی پایدار نقش به‌سزایی دارد (۲۱).

نگاه یک جانبه به‌تامین مواد غذایی، بدون توجه به مسائل زیست محیطی و تاثیر کودهای شیمیایی بر ویژگی‌ها خاک، موجب استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی شده و در نتیجه اثرات مخرب از قبیل کاهش نفوذپذیری خاک، افزایش چگالی، محدود شدن رشد ریشه و در نهایت تخریب خاک و کاهش رشد و عملکرد را در پی خواهد داشت (۲۰، ۴۰). از این‌رو، امروزه مصرف انواع کودهای آلی، از جمله مواد هومیکی رو به افزایش است. مواد هیومیکی شامل مخلوطی از ترکیبات آلی مختلفی هستند که از باقیمانده گیاهان و حیوانات حاصل می‌شوند. این مواد، ماکرومولکول پیچیده آلی بوده و با فرایندهای شیمیایی و باکتریایی در خاک تشکیل می‌شود (۴۳). اسید هیومیک می‌تواند به‌طور مستقیم اثرات مثبت بر رشد گیاه بگذارد. رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط اسید هیومیک تحریک می‌شود ولی اثر آن بر روی ریشه برجسته‌تر است و حجم ریشه را افزایش می‌دهد و باعث اثر بخشی سیستم ریشه می‌شود. مکانیزم اثر اسید هیومیک عمدتاً تشکیل کمپلکس بین اسید هیومیک و یون‌های معدنی است؛ همچنین در فرآیند تنفس و فتوسنتز، تحریک متابولیسم اسید نوکلئیک و فعالیت شبه‌هورمونی نقش اساسی دارد (۴۶). اسید هیومیک، باعث افزایش جذب عناصر کم‌مصرف و پرمصرف توسط گیاه می‌شود. کاربرد اسید هیومیک کلروز گیاهان را بهبود می‌بخشد که احتمالا نتیجه‌ای از توانایی اسید هیومیک برای نگهداری آهن خاک به فرم قابل جذب و سوخت و ساز باشد (۲، ۱۲). این پدیده،

می‌تواند در خاک‌های قلیایی و آهکی که معمولا کمبود آهن قابل جذب و مواد آلی دارند، موثر باشد؛ بدین ترتیب، این طرح با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی برخی عناصر کم‌مصرف و کاربرد اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌ها کمی و کیفی چغندرقند طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در اراضی تحقیقاتی کارخانه قند نقده اجرا شد؛ به‌منظور بررسی ویژگی‌ها فیزیک و شیمیایی خاک مورد پژوهش، نمونه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری برداشت و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک، شامل: بافت خاک به روش هیدرومتری، pH و EC (هدایت الکتریکی) به روش عصاره گل اشباع، کربن آلی به روش والکی‌بلاک (۲۹)، کربنات‌کلسیم معادل (CCE) به روش تیتراسیون، پتاسیم به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم یک نرمال (۶) و فسفر به روش بی‌کربنات سدیم نیم مولار (۳۰) و عناصر کم مصرف (قابل استفاده) به‌روش DTPA اندازه‌گیری شد (۲۵). تیمارهای آزمایشی شامل مقادیر مختلف اسید هیومیک (جدول ۱) شامل صفر، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان فاکتور اول قبل از کشت به‌صورت مصرف خاکی و محلول‌پاشی آب و عناصر کم مصرف (آهن، روی، بر و منگنز) در پنج سطح به‌عنوان فاکتور دوم بود. اسید هیومیک، توسط شرکت آرمان بذر سپاهان تهیه شد. محلول‌پاشی عناصر کم مصرف در دو مرحله انجام شد. مرحله اول در مرحله ۶- ۸ برگی و مرحله دوم در مرحله ۱۰-۱۲ برگی چغندر قند در اوایل صبح انجام گرفت. براساس توصیه شرکت تولید کننده (کاوین طوس مشهد)، کودهای کم‌مصرف به صورت کلات با غلظت ۱، ۱ و ۲ لیتر و ۳ کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای آهن، روی، بر و منگنز استفاده شد. برای حذف اثرات محلول‌پاشی در تیمار شاهد، همزمان اقدام به آب‌پاشی آن‌ها شد. کرت‌های آزمایشی به صورت جوی پشته شامل هشت ردیف کاشت به طول چهار متر، با فاصله بین ردیف ۵۰ و روی ردیف ۲۵ سانتی متر ایجاد شد. بعد از آماده‌سازی کرت‌ها، عملیات کاشت در اواسط فروردین ماه ۱۳۹۲ به صورت هیرم‌کاری روی پشته‌ها با دست انجام شد. بذور چغندرقند کاشته شده، رقم یونیورس با قوه نامیه ۹۸ و خلوص ۹۹ درصد از کارخانه چغندرقند شهرستان نقده تهیه شد. عملیات تنک در مرحله ۲-۴ برگی انجام شد. علف‌های‌هرز در طول فصل رشد بنا به ضرورت در چندین مرحله از طریق وجین دستی کنترل شدند. اولین آبیاری پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی بر حسب شرایط اقلیمی منطقه هر هفت روز یک‌بار صورت گرفت. مبارزه با بید چغندرقند با استفاده از سم دیازینون و سمپاشی با سموم قارچ کش سیستمیک در جلوگیری از گسترش بیماری سفیدک موثر بود.

در پایان فصل رشد، پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت و دو ردیف کناری، تمامی بوته‌ها در نیمه دوم آبان ماه برداشت شد. نمونه‌های ۱۵ کیلوگرمی از هر کرت تهیه و جهت تعیین غلظت قند، نیتروژن، پتاسیم و سدیم به آزمایشگاه منتقل شد. پس از شستشوی کامل ریشه‌های جدا شده از اندام هوایی، توسط دستگاه نمونه‌گیر، خمیر ریشه تهیه شد. صفات کیفی چغندر قند به وسیله دستگاه بتالایزر مدل D-۳۰۱۶ و فلیم فتومتر انجام گرفت (۳۷). برای به‌دست آوردن درصد قند ملاس از معادله ۱ استفاده شد (۱۰).

رابطه (۱)

$$\%MS=0.175K+0.13Na+0.215(a\text{-}amino\text{-}n)$$

MS : قند ملاس، K : پتاسیم، Na: سدیم، a-amino-n: نیتروژن

در این معادلات، مقادیر پتاسیم و سدیم و نیتروژن مضره برحسب میلی اکی والان در صد گرم ریشه چغندرقند است. درصد قند خالص یا درصد قند قابل

استحصال از تفاضل درصد قند ناخالص و درصد قند ملاس با استفاده از رابطه ۲ به‌دست آمد (۲۳).

رابطه (۲)

$$\%WSC=\%SC-\%MS$$

WSC: درصد قند خالص، SC : درصد قند، MS : قند ملاس درصد قند ناخالص (عیار چغندرقند) شامل درصد قند قابل استحصال، به علاوه درصد قند موجود در ملاس است، بنابراین برای اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی در ریشه، خمیر ریشه و سواستات سرب به نسبت ۲۶ گرم (خمیر) و ۱۷۷/۷ سانتی متر مکعب (سواستات سرب) با استفاده از مخلوط‌کن اتوماتیک مخلوط شد؛ سپس با استفاده از کاغذ صافی (واتمن ۴۲) عصاره آن جدا شده و به روش پلامتری تعیین شد (۷). شاخص قلیائیت نمونه‌های مورد آزمایش، بر مبنای رابطه پولاخ با استفاده از رابطه ۳ به صورت زیر محاسبه شد (۲۳).

رابطه (۳)

نیتروژن/(سدیم + پتاسیم) = شاخص قلیائیت

مقادیر سدیم و پتاسیم موجود در عصاره خمیر ریشه با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد؛ همچنین درصد نیتروژن مضره با استفاده از معرف کوپر و دستگاه بتالایزر اندازه‌گیری شد (۱۵). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها آن از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تعیین شد.

نتایج و بحث

نتایج برخی از ویژگی‌ها فیزیکوشیمیایی خاک مورد پژوهش و اسید هومیک در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. خاک مورد پژوهش با بافت لوم رسی سیلتی، غیرشور و قلیائیت بوده و از نظر حاصل‌خیزی دارای پتاسیم قابل استفاده مناسب و نیتروژن و فسفر کم می‌باشد. چغندرقند، نسبت به پتاسیم پرتوقع بوده و در دوره رشد خود به پتاسیم بیشتری نیاز دارد. بر اساس منابع ارزیابی مقادیر قابل استفاده عناصر B در محدوده خیلی کم، Fe، Zn در محدوده کم و Mn در حد متوسط تعیین شد.

عملکرد ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد ریشه، تحت تاثیر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف و مقادیر مصرفی اسید هیومیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین صفات نیز، حاکی از آن است که بیشترین مقدار عملکرد ریشه به میزان ۷۴/۵۹ تن در هکتار در تیمار مصرفی ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به‌دست آمد؛ این در حالی است که در تیمار شاهد مقدار عملکرد ریشه ۵۲/۹۸ تن در هکتار بود (جدول ۴).

جدول(۱) برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک منطقهٔ مورد پژوهش

Table (1) Some physicochemical properties of studied soil

هدایت الکتریکی (EC)	اسیدیته (pH)	بافت خاک Texture	رس (Clay)	سیلت (Silt)	شن (Sand)	کربنات کلسیم معادل (CCE)	SP	نیتروژن (N)	کربن آلی (OC)	منگنز (Mn)	بر (B)	روی (Zn)	آهن (Fe)	پتاسیم (K)	فسفر (P)
dSm^{-1}			%					mg/kg							
0.72	7.81	لومی‌رسی سیلتی Silty Clay Loam	39	43	18	23	55	0.06	0.7	11.5	0.3	1	9.1	297	9.1

جدول(۲) برخی از ویژگی‌های اسید هومیک

Table(2) Characteristics of humic acid

Fe	Ca	P	K	N	HA+FA
			%		
4	3	2	8	10	72

احتمالا اسید هیومیک از طریق افزایش سطوح برگی سبب تداوم فعالیت بافت‌های فتوسنتز کننده شده و عملکرد ریشه را افزایش دهد (۲۸). گزارش شده است که اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ، باعث افزایش عملکرد ریشه چغندرقند شده است (۲۷).

همچنین، افزایش عملکرد به‌واسطه استفاده از اسید هیومیک، می‌تواند به فعالیت‌های شبه هورمونی (اکسین، جیبرلین و سیتوکینین) اسید هیومیک مرتبط باشد، از طرف دیگر، اسید هیومیک با گسترش سیستم ریشه دسترسی به آب و عناصر غذایی را فراهم کرده و سبب بهبود عملکرد ریشه چغندر قند می‌شود (۳۸)، علاوه بر این اسید هیومیک مورد استفاده با کلات کردن عناصر ضروری و افزایش ماده آلی خاک، می‌تواند به منزله ترمیم و جبران مضاعف کمبود تغذیه چغندرقند که به‌عنوان محصول پرمصرف تلقی می‌شود، باعث افزایش عملکرد ریشه شود.

طبق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، حداکثر عملکرد ریشه چغندرقند (۶۸/۹۶ تن در هکتار) در محلول‌پاشی با منگنز (Mn) حاصل شد و با تیمار روی (Zn) در یک سطح آماری قرار گرفت اما، کمترین میزان عملکرد ریشه (۶۰/۵۶ تن در هکتار) در تیمار با بر (B) مشاهده شد (جدول ۵). نتایج این پژوهش، نشان داد که محلول پاشی با عناصر منگنز و روی، بر اساس مقادیر توصیه شده به ترتیب ۲۶/۶۸ و ۱۱/۲۲ درصد نسبت به تیمار شاهد عملکرد ریشه را افزایش داده است.

افزایش عملکرد ریشه در محلول‌پاشی با عناصر منگنز و روی، توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (۴۵، ۱۶). محلول‌پاشی، توان جذبی برگ چغندرقند را نسبت به Zn و Mn بهبود بخشیده و موجب افزایش میزان رنگیزه و توان فتوسنتزی گیاه می‌شود (۴۵)؛ همچنین گزارش شده است که عناصر منگنز، روی و آهن نقش مهمی در سنتز کلروفیل دارد و این امر می‌تواند منجر به افزایش توان فتوسنتزی و عملکرد ریشه در گیاهان از جمله چغندرقند شود (۴۱، ۴۵).

درصد قند ناخالص

اثر متقابل تیمارهای محلول‌پاشی عناصر کم مصرف و اسید هیومیک بر درصد قند ناخالص معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، با افزایش مقادیر مصرفی اسید هیومیک در سطوح مختلف عناصر کم مصرف، درصد قند ناخالص افزایش یافت؛ به‌طوری که حداکثر میزان درصد قند ناخالص (۱۸/۶۷ درصد) در تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و محلول‌پاشی بور مشاهده شد و کمترین میزان آن (۱۶/۱۴ درصد) در تیمار شاهد (بدون مصرف اسید هیومیک و عناصر کم مصرف) به‌دست آمد (جدول ۶). پژوهشگران گزارش دادند که عملکرد ریشه و درصد ساکارز بیشترین تاثیر بر میزان عیار قند چغندرقند را دارند (۳۲). بنابراین مصرف اسید هیومیک از طریق افزایش سطوح برگی و فعالیت فتوسنتزی، می‌تواند ساکارز و همچنین افزایش عملکرد ریشه را به دنبال داشته باشد (۲۸). گزارش شده است که عناصر کم‌مصرف در متابولیسم کربوهیدرات‌ها، تنظیم متابولیسم سلولی و انتقال مواد قندی در گیاه چغندرقند نقش مهمی دارد (۵)؛ همچنین برخی از پژوهشگران افزایش فعالیت‌های متابولیکی مخصوصا واکنش‌های منتج به سنتز ساکاروز را به مقدار بور ارتباط دادند (۱۱). از سوی دیگر، افزایش ۵ تا ۱۵ درصدی قند در تیمار با عناصر کم‌مصرف توسط سایر پژوهشگران گزارش شده است (۲۴، ۴۵).

جدول(۳) تجزیه واریانس تاثیر اسید هیومیک و محلول پاشی عناصر کم مصرف بر صفات کمی و کیفی چغندرقند

Table(3) Analysis of variance some quality and quantity characteristics of sugar beet as affected by foliar application of humic acid and micronutrients

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	عملکرد ریشه Root yield	قند ناخالص Gross sugar	قند خالص Pure sugar	عملکرد قند ناخالص Impure sugar yield	عملکرد قند خالص pure sugar yield	شاخص قلیایئت Alkalinity	قند ملاس Molasses	ضریب استحصال شکر The extraction coefficient	نیتروژن مضره N	پتاسیم K	سدیم Na
تکرار Replication	2	42.93	0.43	1.01	2.48	2.61	1.01	0.12	6.71	0.03	0.24	0.13
اسید هیومیک Humic acid	5	888.97**	2.64**	5. 26**	36.71**	31.21**	2.67*	0.51**	32.05**	1.07*	2.51**	1.01*
کم مصرف Micronutrients	4	251.46**	1.88**	2.04**	6.29**	4.04**	1.48ns	0.11ns	6.05*	0.41^{ns}	0.68*	0.19^{ns}
اثرمتقابل Interaction	20	19.68^{ns}	0.24**	0.40*	0.61^{ns}	0.68**	1.17^{ns}	0.16**	5.50**	0.40^{ns}	0.65**	0.50^{ns}
خطای آزمایش Error	58	12.15	0.009	0.07	0.36	0.26	1.27	0.06	2.19	0.41	0.23	0.35
ضریب تغییرات C.V (%)		5.36	0.55	1.89	5.32	5.46	32.96	8.61	1.79	29.87	10.40	28.46

ns، * و ** به ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

*, ** and ns, Significant at 5% and 1% levels of probability, non-significant, respectively.

جدول(٤) مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک بر برخی صفات چغندرقند

Table(4) Mean comparisons of the humic acid on some traits of beet

شاخص قلیائیت Alkalinity	سدیم ریشه (میلی اکی والان در صد گرم) Sodium root ($me100^{-g}$)	نیتروژن مضره (میلی اکی والان در صد گرم) a-amino-N ($me100^{-g}$)	عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار) White sugar yield ($Ton\ ha^{-1}$)	عملکرد ریشه (تن در هکتار) Root yield ($Ton\ ha^{-1}$)	اسید هیومیک Humic Acid
2.69 b	2.41 a	2.61 a	8.93 e	52.98 f	0
3.14 ab	2.36 ab	2.36 ab	10.42 d	60.42 e	200
3.58 ab	2.17 abc	2.04 b	11.01 c	63.79 d	300
3.45 ab	1.89 bc	2.06 b	12.40 b	70.51 b	400
3.74 a	1.81 c	1.89 b	12.12 b	67.15 c	500
3.81 a	1.89 bc	1.99 b	13.28 a	74.71 a	600

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

The means with same letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test ($P\leq0.05$).

جدول(۵) مقایسه میانگین تاثیر محلول پاشی عناصر کم مصرف بر عملکرد ریشه چغندرقند.

Table(5) Mean comparisons of the foliar application of humic acid and micronutrients on root yield of sugar beet.

عملکرد قند ناخالص (تن در هکتار) White sugar yield ($Ton\ ha^{-1}$)	عملکرد ریشه (تن در هکتار) Root yield ($Ton\ ha^{-1}$)	عناصر کم مصرف Micronutrients
10.89 cd	60.56 c	بور (B)
10.74 d	61.81 c	آهن (Fe)
11.72 b	68.22 a	روی (Zn)
12.17 a	68.96 a	منگنز (Mn)
11.28 c	65.07 b	شاهد (Control)

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

The means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test ($P\leq0.05$).

جدول(٦) مقایسه میانگین تاثیر اسید هیومیک و محلول پاشی عناصر کم مصرف بر روی صفات کمی و کیفی چغندرقند

Table(6). Mean comparisons of the foliar application of humic acid and micronutrients application on quantitative and qualitative traits of sugar beet

ضریب استحصال شکر extraction coefficient	پتاسیم (میلی اکی والان در صد گرم) Potassium ($me100^{-g}$)	درصد قند ملاس Molasses (%)	عملکرد قند خالص (تن در هکتار) Sugar yield (Ton ha^{-1})	درصد قند خالص Pure sugar	درصد قند ناخالص Gross sugar	عناصر کم‌مصرف Micronutrients	اسید هیومیک humic acid
80.70 f-i	3.19 g	3.44 ab	6.84 o	14.42 d-j	17.86 ef	بور(B)	
81.24 e-h	4.46 c-i	3.22 a-e	7.15 no	13.97 j-o	17.20 klm	آهن(Fe)	
80.82 f-i	4.04 ghi	3.21 a-e	7.56 mno	13.55 op	16.76 o	روی(Zn)	0
80.25 hi	4.62 b-i	3.26 a-e	7.59 mno	13.26 p	16.52 p	منگنز(Mn)	
78.40 i	4.23 e-i	3.48 a	6.72 o	12.66 q	16.14 q	شاهد(Control)	
81.33 e-h	4.46 c-i	3.29 a-d	8.36 klm	14.35 g-l	17.64 gh	بور(B)	
82.42 b-h	3.84 hij	3.01 a-g	8.14 lm	14.13 j-n	17.15 lm	آهن(Fe)	
80.59 f-i	4.38 c-i	3.29 a-d	8.57 i-l	13.67 nop	16.97 n	روی(Zn)	200
83.08 b-h	4.31 d-i	2.92 b-g	9.56 e-h	14.37 f-k	17.29 jkl	منگنز(Mn)	
80.33 ghi	4.60 b-i	3.39 abc	7.89 lmn	13.84 l-o	17.23 jkl	شاهد(Control)	
84.41 bcd	4.59 b-i	2.74 e-h	9.43 f-j	14.88 c-f	17.63 gh	بور(B)	
82.82 bh	4.26 e-i	2.98 a-g	8.53 jkl	14.38 e-j	17.36 ijk	آهن(Fe)	
81.94 d-h	4.77 b-h	3.05 a-g	9.17 g-k	13.87 k-o	16.93 n	روی(Zn)	300
81.94 d-h	3.75 ij	3.14 a-f	9.49 f-i	14.26 h-m	17.41 ij	منگنز(Mn)	
81.15 e-i	5.25 a-d	3.21 a-e	8.78 h-l	13.82 mno	17.03 mn	شاهد(Control)	
82.36 c-h	4.75 b-h	3.17 a-f	9.51 f-i	14.82 c-g	17.99 cde	بور(B)	
83.36 b-f	4.43 c-i	2.85 d-h	9.72 d-h	14.30 g-m	17.15 lm	آهن(Fe)	
84.30 bcd	4.17 f-i	2.69 fgh	10.56 cd	14.45 d-j	17.14 lm	روی(Zn)	400
82.10 d-h	4.38 c-i	3.23 a-e	10.52 cde	14.83 c-g	18.06 bcd	منگنز(Mn)	
84.02 b-g	5.11 a-f	2.68 fgh	11.39 bc	14.90 cde	17.58 gh	شاهد(Control)	
87.29 a	4.17 f-i	2.37 h	10.10 d-g	16.30 a	18.67 a	بور(B)	
83.01 b-h	5.31 abc	3.05 a-g	9.42 f-j	14.95 cd	18 bcde	آهن(Fe)	
85.31 ab	4.69 b-i	2.59 gh	10.67 cd	15.06 bc	17.65 gh	روی(Zn)	500
82.27 d-h	5.48 ab	3.21 a-e	10.67 cd	14.91 cd	18.12 bc	منگنز(Mn)	
82.15 d-h	5.15 a-e	3.19 a-f	10.06 d-g	14.72 c-h	17.91 de	شاهد(Control)	
83.36 b-f	5.12 a-f	3 a-g	10.39 def	15.07 bc	18.08 bcd	بور(B)	
84.06 b-e	5.25 a-d	2.77 d-h	10.51 cde	14.61 c-i	17.38 ij	آهن(Fe)	
83.42 b-f	4.92 b-g	2.90 c-g	11.77 ab	14.60 c-i	17.50 hi	روی(Zn)	600
85.24 abc	5.95 a	2.68 fgh	12.52 a	15.49 b	18.17 b	منگنز(Mn)	
83.28 b-g	4.87 b-g	2.96 a-g	10.52 cde	14.77 c-h	17.74 fg	شاهد(Control)	

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

The means with common letters have no significant difference according to Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$).

درصد قند خالص

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل محلول‌پاشی عناصر کم مصرف و اسید هیومیک بر درصد قند خالص، معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین درصد قند خالص (۱۶/۳۰ درصد) در تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و محلول پاشی بور به‌دست آمد؛ درحالی‌که کمترین مقدار آن (۱۲/۶۶ درصد) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۶). گزارش شده است که کاربرد اسید هیومیک، به واسطه افزایش شاخص سطح برگی، توان فتوسنتزی و فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه چغندرقند، می‌تواند سبب افزایش درصد قند خالص و عملکرد ریشه چغندر قند شود (۳۸). گزارش شده است که کاربرد بور در مزارع چغندرقند از طریق شرکت در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه سبب افزایش درصد قند خالص آن شده است (۱۶). بنابراین این امر می‌تواند منجر به افزایش توان فتوسنتزی و تخصیص آسیمیلات بیشتر برای متابولیسم تولید قند در چغندرقند شود. نتایج پژوهشگران نشان داده است که هرگونه شرایط نامساعد محیطی مانند عدم تامین آب و مواد غذایی مطلوب مورد، نیاز برای گیاه از طریق کاهش سطح برگ و در نتیجه کاهش جذب نور باعث کاهش فتوسنتز و آسیمیلاسیون منجر به کاهش درصد قند گیاه می‌گردد (۳۹، ۴۱).

عملکرد قند ناخالص

مقادیر مختلف اسید هیومیک و محلول‌پاشی با عناصر کم مصرف تاثیر معنی‌داری بر عملکرد قند ناخالص در سطح احتمال ۱ درصد داشتند (جدول ۳). بیشترین عملکرد قند ناخالص به میزان ۱۳/۲۸ تن در هکتار در تیمار ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به‌دست آمد همچنین تیمار ۴۰۰ و ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار تاثیر یکسانی بر عملکرد قند ناخالص داشتند. این در حالی است که کمترین مقدار آن (۸/۹۳ تن در هکتار) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۴). طبق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، حداکثر عملکرد قند ناخالص (۱۲/۱۷ تن در هکتار) در تیمار با منگنز (Mn) حاصل گردید اما کمترین میزان عملکرد قند ناخالص (۱۰/۷۴ تن در هکتار) در تیمار با آهن مشاهده شد (جدول ۵). احتمالا افزایش عملکرد قند ناخالص در تاثیر منگنز و روی را می‌توان به تاثیر آن در افزایش فعالیت آنزیمی و در نتیجه افزایش بهره‌وری فعالیت‌های متابولیکی نسبت داد (۲۶). با توجه به اینکه عملکرد قند ناخالص تابع دو جزء عملکرد ریشه و درصد قند ناخالص است، بنابراین افزایش مقادیر مصرفی اسید هیومیک، همراه با کاربرد عناصر کم مصرف از طریق افزایش عملکرد ریشه می‌تواند سبب افزایش عملکرد قند ناخالص شود. نتایج پژوهش نشان داده است که کاربرد اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد می‌شود (۱۳، ۲۸).

عملکرد قند خالص

براساس نتایج تجزیه واریانس اثرات متقابل مصرف عناصر کم مصرف و اسید هیومیک تاثیر معنی‌دار بر عملکرد قند خالص در سطح احتمال ۱ درصد داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین، نشان داد که مقادیر مصرفی اسید هیومیک تحت تاثیر عناصر کم‌مصرف، سبب افزایش عملکرد قند خالص شد؛ به‌طوری که حداکثر عملکرد قند خالص (۱۲/۵۲ تن در هکتار) در تیمار ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و محلول‌پاشی با کم مصرف منگنز به‌دست آمد؛ اما، کمترین میزان آن (۶/۷۲ تن در هکتار) در تیمار شاهد (بدون مصرف اسید هیومیک و عناصر کم مصرف) مشاهده شد (جدول ۶). با توجه به این‌که عملکرد قند خالص تابع دو جزء عملکرد ریشه و درصد قند خالص است، بنابراین افزایش مقادیر مصرفی اسید هیومیک از طریق افزایش عملکرد ریشه سبب افزایش عملکرد قند خالص شده است، بر این اساس مصرف کودهای حاوی روی و منگنز احتمالا می‌تواند با فعال کردن برخی از سیستم‌های آنزیمی و فعالیت‌های متابولیکی، باعث افزایش تولید انرژی و کربوهیدرات‌ها و

در نتیجه توسعه‌ی سطوح برگی شود که نهایتا باعث افزایش عملکرد قند خالص شده باشد (۳۳).

شاخص قلیائیت

تجزیه واریانس داده‌ها، نشان داد که شاخص قلیائیت چغندر قند، تحت تاثیر اسید هیومیک قرار گرفت (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، حداکثر شاخص قلیائیت ۳/۸۱ در ریشه چغندر قند از تیمار ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف اسید هیومیک مشاهده شد؛ به طوری که مقادیر مصرفی اسید هیومیک تاثیر یکسانی بر شاخص قلیائیت داشتند؛ در حالی که حداقل آن ۲/۶۹ از تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۴). شاخص قلیائیت از تقسیم مقدار سدیم و پتاسیم بر مقدار نیتروژن مضره محاسبه می‌شود. مقادیر نیتروژن بر شاخص قلیائیت اثر منفی و پتاسیم اثر مثبت دارد (۳۴). افزایش کیفیت محصول چغندرقند از طریق بالا بردن درصد قند و کاهش مواد غیر قندی به ویژه نیتروژن، سدیم و پتاسیم انجام می‌گیرد (۱۳).

قند ملاس

طبق نتایج تجزیه واریانس، اثرات متقابل عناصر کم مصرف و اسید هیومیک بر قند ملاس، معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها، نشان داد که بیشترین مقدار قند ملاس (۳/۴۸ درصد) در تیمار شاهد مشاهده شد؛ در حالی که کمترین مقدار آن (۲/۳۷ درصد) در تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و مصرف بور به‌دست آمد (جدول ۶). نتایج پژوهش‌های قبلی نشان می‌دهد که کاربرد اسید هیومیک، از طریق کاهش عناصر مضره در ریشه چغندرقند افزایش درصد قند ریشه را به دنبال دارد (۱۳، ۱۸)؛ بنابراین، افزایش مقادیر اسید هیومیک، از طریق کاهش ناخالصی ریشه، سبب کاهش قند ملاس می‌شود. گزارش شده است که در شرایط کمبود عناصر کم مصرف، تعداد رنگدانه‌های فتوسنتز کننده و مقدار کلروفیل برگ کاهش می‌یابد (۳۶). بر این اساس، میزان فتوسنتز و سرعت تثبیت دی‌اکسیدکربن در واحد سطح برگ کاهش یافته و ذخیره نشاسته و قند در برگ و ریشه کاسته می‌شود. تحت این شرایط، مقدار ملاس یا تفاله ریشه بیشتر می‌شود.

ضریب استحصال شکر

اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر ضریب استحصال شکر، معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین ضریب استحصال شکر (۸۷/۲۹ درصد) در تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و عنصر بور حاصل شد، این در حالی است که کمترین مقدار آن (۷۸/۴۰ درصد) در تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۵). ضریب استحصال شکر به مقدار نمک‌های سدیم، پتاسیم و نیتروژن موجود در ریشه بستگی دارد. به نظر می‌رسد که با افزایش مقادیر مصرفی اسید هیومیک، نیتروژن مضره و سدیم کمتری در ریشه چغندرقند تجمع یافته و نسبت ساکارز به آن بیشتر شده که تحت این شرایط ضریب استحصال شکر افزایش یافته باشد. نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که کاربرد اسید هیومیک در چغندرقند، منجر به کاهش ظرفیت جذب عناصر ناخالص در ریشه می‌شود (۴۴). پژوهشگران گزارش کردند که کاربرد عناصر کم مصرف نقش مهمی در انتقال مواد قندی، تنظیم متابولیسم سلولی، مقدار پتاسیم و کلسیم در گیاه، رشد سلول‌های اولیه، گرده افشانی و تنظیم آب مورد نیاز گیاه دارد (۵، ۱۶). تمام این موارد با تولید و تجمع قند در چغندرقند می‌تواند همبستگی مثبت داشته باشد. ازاین‌رو عناصر کم مصرف با شرکت در واکنش‌های آنزیمی، استحکام غشا و عملکرد آن‌ها و تنظیم باز و بسته شدن روزنه‌ها، تقسیم سلولی بافت‌های مریستمی و تنظیم مقدار آب گیاه، می‌تواند منجر به افزایش توان فتوسنتزی و تخصیص آسیمیلات بیشتر، برای متابولیسم تولید قند در گیاهان از جمله چغندرقند شود (۴۵).

نیتروژن مضره

تجزیه واریانس داده‌ها، نشان داد که مقادیر مصرفی اسید هیومیک، تاثیر معنی‌داری بر میزان نیتروژنه مضره ریشه چغندر قند داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین مقدار تجمع نیتروژن در ریشه چغندر

قند $me100^{-g}$ ۲/۶۱ در تیمار شاهد و کمترین میزان آن $me100^{-g}$ ۱/۸۹ در تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک مشاهده شد؛ به‌طوری‌که اختلاف معنی‌داری بین سطوح مصرفی اسید هیومیک، مشاهده نشد (جدول ۴). نیتروژن مضره یکی از ناخالصی‌های مهم در چغندرقند بوده که با ارزش تکنولوژیکی چغندرقند رابطه تنگاتنگی دارد. در واقع مقادیر بسیار زیاد نیتروژن مضره در ریشه چغندرقند، به دلیل مقادیر بالا ناخالصی‌ها (سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره) در ریشه با تأثیرگذاری منفی بر استخراج ساکارز، موجب کاهش کیفیت ریشه چغندرقند می‌شود (۸). کاهش تجمع نیتروژنه مضره در ریشه چغندرقند با مصرف اسید هیومیک توسط سایر پژوهشگران گزارش شده است (۱۳، ۳۵ و ۳۸). به‌طوری‌که کاربرد اسید هیومیک با بهبود رشد ریشه و همچنین به علت اثر رقت، می‌تواند موجب کاهش نیتروژن مضره در ریشه چغندرقند شده باشد.

پتاسیم

تجزیه واریانس نشان داد که اثرات متقابل مصرف اسید هیومیک و عناصر کم‌مصرف بر میزان پتاسیم ریشه چغندرقند معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین میزان پتاسیم ($me100^{-g}$ ۵/۹۵) در تیمار ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک و عنصر منگنز به‌دست آمد؛ اما کمترین میزان آن ($me100^{-g}$ ۳/۱۹) در تیمار بدون مصرف اسید هیومیک و محلول‌پاشی با عنصر بور حاصل شد (جدول ۶). نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که کاربرد اسید هیومیک بر میزان جذب عناصر غذایی و عملکرد ریشه چغندرقند تاثیر معنی‌دار داشت (۱۳). به نظر می‌رسد اسیدهیومیک با اسیدی کردن خاک سبب تسهیل انحلال پتاسیم شده و میزان دسترسی به عناصر غذایی را افزایش می‌دهد (۳، ۱۳). با توجه به این مطالب، علت افزایش غلظت پتاسیم در تیمار اسید هیومیک را، می‌توان ناشی از افزایش قابلیت جذب این عنصر بواسطه تحریک مواد هیومیکی دانست. نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که میزان پتاسیم در مقادیر بالای آهن و روی کاهش می‌یابد (۴). زیادی پتاسیم در اواخر فصل رشد باعث کاهش درصد تبلور قند می‌گردد (۱۱). به‌طوری که عناصر کم مصرف نقش مهمی در ارتباط با انتقال مواد قندی در گیاه دارد. همچنین این عناصر در تنظیم متابولیسم سلولی، مقدار پتاسیم و کلسیم در گیاه، رشد سلول‌های اولیه، گرده افشانی و تنظیم آب مورد نیاز گیاه نقش فعالی دارند (۵). این ویژگی‌ها، با تولید و تجمع قند در چغندرقند می‌تواند همبستگی مثبت داشته باشد.

سدیم

مصرف اسید هیومیک، بر میزان سدیم ریشه چغندر قند تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، حداکثر میزان تجمع سدیم $me100^{-g}$ ۲/۴۱ در ریشه چغندر قند در تیمار شاهد مشاهده شد؛ در حالی که حداقل آن $me100^{-g}$ ۱/۸۱ از تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به‌دست آمد (جدول ۴). کاهش تجمع سدیم در ریشه در تیمار اسید هیومیک، می‌تواند یکی از مکانیسم‌های بهبود رشد ریشه و همچنین به علت اثر رقت باشد. کاهش تجمع سدیم در ریشه چغندرقند توسط سایر پژوهشگران گزارش شده است (۱۴، ۴۴).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از سیستم تلفیقی اسید هیومیک و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در سیستم کشاورزی پایدار، می‌تواند باعث بهبود عملکرد به لحاظ کمی و کیفی ریشه چغندرقند باشد. حداکثر درصد قند ناخالص و خالص از تیمار مصرفی ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و محلول پاشی بربه‌دست آمد و می‌توان در بسیاری از موارد از مصرف ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار (مصرف لوکس) خودداری به‌عمل آورد. افزایش مقادیر مصرفی اسید هیومیک، سبب افزایش ۲۹/۰۸ درصد عملکرد ریشه، ۳۲/۷۵ درصد عملکرد قند ناخالص و ۲۹/۳۹ درصد شاخص قلیائیت نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف و افزایش مقادیر مصرفی

اسید هیومیک سبب کاهش میزان قند ملاس و افزایش درصد پتاسیم ریشه چغندرقند شد. به‌طوری که استفاده از اسید هیومیک و محلول‌پاشی عناصر کم مصرف، در راستای اهداف کشاورزی پایدار می‌تواند سبب جبران کمبود مواد غذایی، حفظ حاصل‌خیزی خاک و تولید پایدار شود.

منابع

1. Ahmadpur Dehkordi, A., and Tadayon, M.R. 2013. Effect of urban wastewater, spent mushroom compost, sheep manure and chemical fertilizer on physiological traits and growth of sugar beet (*Beta Vulgaris* L.). Plant Process and Function. 4:12. 72-61. (In Persian with English abstrac).

2. Ayas, H., and Gulser, F. 2005. The effects of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach (*Spinacia Oleracea* Var. Spinoza). The Journal of Biological Sciences, *5*(6): 801-804.

3. Azin Pour, K. 2010. Investigate the use of different strains of Azoto bacter, Hiomic acid composition of micronutrients Berrer some physiological traits in wheat. Master's thesis, Department of Agriculture, Department of Agriculture - Natural Resources Karaj Azad. (In Persian with English abstrac).

4. Bybordi, A., and Mamedov, G. 2010. Evaluation of application methods efficiency of zink and iron for canola (*Brassica napus* L.). Notulae Scientia Biologicae, 2(1): 21-30.

5. Camberato, J.J. 2004. Foliar application on sugar beet. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 12: 120-126.

6. Chapman, HD., and Pratt, PF. 1978. Methods of analysis for soils, plants and waters. Division of Agricultural Sciences University of California Berkeley USA, 3043p

7. Clarke, J.M., Richards, R.A., and Condon, A.G. 1991. Effect of drought stress on residual transpiration and its relationship with water use of wheat. Journal of Plant Science, 71: 695-702.

8. Cookd, A., and Scott, P.K. 1993. The sugar beet crop science in to practice Chapman and Hall. London, World Crop Series, 675 pp.

9. Cooke, D.A., and Scott, R.K. 1993. Sugar beet crop science into practice. Published by Chapman and Hall, 304 pp.

10. Dutton, J., and Bowler, G. 1984. Money is still being wasted on nitrogen fertilizer. British Sugar Beet Review, 2: 75-77.

11. Ebrahimipak, N.A., and Mostashari, M. 2012. Evaluation of irrigation water management and boron fertilizer to increase water use efficiency of sugar beet. Water and Irrigation Management, 2(2): 53-67. (In Persian with English abstrac).

12. Ehsan, S., Javed, S., Saleem, I., and Niaz, A. 2016. Effect of humic acid on micronutrient availability and grain yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agricultural Research, 54(2).172-184.

13. El-Hassanin, A.S., Samak, M.R., Moustafa, N., Shafika, A.M., Khalifa, N., and Ibrahim Inas, M. 2016. Effect of foliar application with humic acid substances under nitrogen fertilization levels on quality and yields of sugar beet plant. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 5(11): 668-680.

14. Feckova, J., Pacuta, V., and Cerny, I. 2005. Effect of foliar preparations and variety on sugar beet yield and quality. Journal of Central European Agriculture, 6(3):295-308.

15. Flavy, A., and Vukou, K. 1977. Physics and Chemistry of Sugar Beet in Sugar Manufacture. Elsiviere Science Ltd. Co. Hungry, 596 pp.

16. Hassanzadeh Azar, S., Roshdi, M., and Futohi, K. 2009. The effect of foliar micronutrients, zinc and manganese on the properties of sugar beet root qualitative and quantitative components. Journal of Crop Sciences, 2 (5): 25-13. (In Persian with English abstrac).

17. Honarvar, M. Ashtari, A.K., and Karimi, K. 2012. Estimation of sugar losses at production in Molasses sugar industries, based on technological qualities of sugar beet. Journal of Food Technology and Nutrition, 9: 31-38. (In Persian with English abstrac).

18. Jahan, M., Nassiri Mahallati, M., Ranjbar, F., Aryaee, M., and Kamayestani, N. 2014. The effects of super absorbent polymer application into soil and humic acid foliar application on some agrophysiological criteria and quantitative and qualitative yield of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under Mashhad conditions. Agroecology. 6(4): 753-766. (In Persian with English abstrac).

19. Jalilian, J., and Heydarzadeh, S. 2015. Effect of cover crops, organic and chemical fertilizer on the quantitative and qualitative characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius*). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 25: 71-85. (In Persian with English abstrac).

20. Jalilian, J., Kohnaward, P., and Pirzad, A. 2016. Safflower Growth as Affected by Cropping Intensity and Micronutrient Foliar Spray. Journal of Crop Improvement, 30(3): 259-273.

21. Janmohammadi, M., Abdoli, H., Sabaghnia, N., Esmailpour, M., and Aghaei, A. 2018. The Effect of Iron, Zinc and Organic Fertilizer on Yield of Chickpea (*Cicer artietinum* L.) in Mediterranean Climate. Acta Universitatis Agricultural Silviculturae Mendelianae Brunensis, 66(1): 49-60.

22. Jokar, L., and Ronaghi, A. 2015. Effect of foliar application of different Fe levels and sources on growth and concentration of some nutrients in sorghum. Journal of Greenhouse Culture Science and Technology, 6(22): 163-174.

23. Jozi, M., and Zare Abianeh, H. 2015. Effect of N-fertilizer levels and deficit irrigation on qualitative and quantitative yield of sugar beet. Journal of Sugar Beet, 31(2): 141-156. (In Persian with English abstrac).

24. Khorshidi, A.M., Ayuzi, A., and Nyazkhany, M. 2013. The effect of foliar application of micronutrients on quantity and quality of sugar beet genotypes. Journal of Crop Sciences, 6 (21): 110-10. (In Persian with English abstrac).

25. Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper, Soil Science Society of America Journal, 42: 421–428.

26. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd Academic Press, Ltd. London. 452pp.

27. Mehdi, S.S., Farzad, P., Hossein, H.D., Hamid, M., Majid, M., and Mohamad, R.T. 2013. Effect of intermittent furrow irrigation, humic acid and deficit irrigation on water use efficiency of sugar beet. Annals of Biological Research, 4 (3):187-193. (In Persian with English abstrac).

28. Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34: 1527–1536.

29. Nelson, DW., and Sommers, LE. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (ed.), Methods of soil analysis part 2. America Society Agronomy, Soil Science Society of America Journal, Madison Wisconsin, pp: 539–579.

30. Olsen, SR., and Sommers, LE. 1982. Phosphorus. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (ed.), Methods of soil analysis part 2. America Society Agronomy, Soil Science Society of America Journal, Madison Wisconsin, pp: 403-430.

31. Osman, K.T. 2018. Acid soils and acid sulfate soils. In management of soil problems, Springer, Cham, pp: 299-332.

32. Ouda Sohier, M.M. 2005. Yield and quality of sugar beet as affected by planting density and nitrogen fertilizer levels in the newly reclaimed soil. Sugar Crop Res. Egypt.

33. Pahlavan, M.R., Keykha, G.A., Eatesa, G.R., Akbarimoghaddam, H., Kookhan, S.A., and Naroueiral, M.R. 2006. The study of effects Zn, Fe and Mn on quantity and quality of grain wheat. Presented in 18th World Congress of Soil Science, 23pp.

34. Rahimi, A., and Arslan, N. 2012. Effect of soil salinity (EC) and pH on quality component of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). 1st International Anatolian Sugar Beet Symposium, Kayseri, Turkey, Symposium book, 1:118-135.

35. Rassam, G., Dadkhah, A., Khoshnood yazdi, A., and Dashti, M. 2015. Impact of humic acid on yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L) grown on calcareous soil. Notulae Scientia Biologicae, 7(3):367-371.

36. Ravi, S., Channal, H.T., Hebsur, N.S., Patil, B.N., and Dharmatti, P.R. 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Karnataka Journal Agriculture Science, 32: 382-385.

37. Reinefeld, E., Emmerich, A., Baumarten, G., Winner, C., and Beiss, U. 1974. Zur voraussage des melasse zuckers aus Rubenanalysen. Zucker, 27: 2-15.

38. Shaban, K.H.A., Eman, H.A.F., and Dalia, A.S. 2014. Impact of humic acid and mineral nitrogen fertilization on soil chemical properties and yield and quality of sugar beet under saline. Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering, 5 (10): 1335- 1353.

39. Shariatmadari, M.J., Zamani, G., and Siyari, M.j. 2012. The effects of salinity and iron sulphate on leaf area index, percentage of light absorption and their relationship with sunflower yield. Iranian Journal of Field Crops Research, 9 (2): 293-285. (in Persian with English abstrac).

40. Shekhawat, A.S., Purohit, H.S., Meena, R.H., and Jat, G. 2017. Efficiency of inorganic and organic fertilizers on soil health and yield of black gram (*Vigna mungo* L.). International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6(8): 690-696.

41. Shiemshi, D. 2007. Leaf chlorosis and stomatal aperture. New Phytologist, 166: 455-461.

42. Shukla, A.K., Behera, S.K., Pakhre, A., and Chaudhari, S.K. 2018. Micronutrients in soils, plants, animals and humans. Indian Journal of Fertilisers, 14(3): 30-54.

43. Tan, K.H. 2014. Humic matter in soil and the environment: principles and controversies. Second Edition, CRC Press, 495 pp.

44. Vaughan, D., and MacDonald, I.R. 1976. Some effects of humic acid on cation uptake by parenchyma tissue. Soil Biology and Biochemistry, 8: 421-425.

45. Yarnya, M., Farajzadeh, E., Rezaei, F., and Nobari, N. 2009. Effect of application method of micronutrient on yield of sugar beet varieties monogerm "Rasoul". Journal of Agricultural Scientific Research of Islamic Azad University of Tabriz Branch, 10: 31- 46. (In Persian with English abstrac).

46. Yildirim, E. 2007. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. Journal Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil and Plant Science. 57(2): 182-186.