



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

1220P-NWWCE

ارزیابی عملکرد عصاره آبی گیاه ژیسوفیلا به عنوان یک مهار کننده زیست سازگار ترسیب

کربنات کلسیم

اعظم حاجی زاده^۱، طیبه باقری لطف آباد^۲، منوچهر بهمنی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۲- استادیار، پژوهشگاه ملی و مهندسی ژنتیک و زیست فناوری

۳- دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

Stiyofon@yahoo.com

خلاصه

در این تحقیق اثر عصاره آبی گیاه ژیسوفیلا که از تیره میخک می باشد، هم به صورت علفی هم بوته ای وجود دارد به عنوان یک ماده سبز و دوستدار محیط زیست در مهار تشکیل رسوب کلسیم کربنات (CaCO_3) مورد بررسی قرار گرفت. این گیاه در فصل تابستان و از استان سمنان جمع آوری شد. خاک محل رویش گیاه مورد آنالیز قرار گرفت تا نتایج نشان داد که بیشترین عنصر موجود در خاک عنصر کلسیم می باشد. نتایج حاصل از عصاره گیری نشان داد که بازده عصاره آبی از ژیسوفیلا، ۴٪ می باشد. نتایج جذب اتمی نشان داد که عصاره آبی گیاه ژیسوفیلا با غلظت ۴۵٪ توانایی حل کردن ۵۰٪ از رسوبات کلسیم موجود در محلول فوق اشباع را دارا بود. در غلظت های بالاتر از عصاره گیاهی به دلیل حضور عنصر کلسیم در بافت عصاره گیاه میزان حل شدن رسوبات کلسیمی کاهش یافته است. انتظار می رود که عصاره آبی گیاه ژیسوفیلا از پتانسیل کاربرد آنتی اسکالانتی برخوردار باشد.

کلمات کلیدی: آنتی اسکالانت، ژیسوفیلا، کربنات کلسیم

۱. مقدمه

تشکیل رسوب کلسیم کربنات (CaCO_3) در آب مضامین مهمی در تحقیقات زمین شناسی و مطالعات شیمی اقیانوس و مسائل نشر CO_2 و زیست شناسی دارد [۱-۲]. این فرآیند در طبیعت باعث کانی شدگی طبیعی شده و پوسته های محافظی را برای ارگانسیم های زنده ایجاد می نماید [۳]. در صنعت، پدیده تشکیل رسوب سبب ایجاد مشکلات فنی مانند کاهش بازده انتقال حرارت در سیستم های سرمایش و خوردگی و تخریب لوله ها می شود، هزینه های غیر تولیدی مرتبط با تشکیل رسوب در حدود ۱/۵ میلیون یورو در هر سال در فرانسه تخمین زده شده است [۴]. هزینه های مشابهی در حدود ۳ میلیون دلار در ژاپن، ۰/۸ میلیون دلار در انگلیس، ۹ میلیون دلار در آمریکا انتظار می رود [۵]. بنابراین استفاده از مواد شیمیایی به عنوان رسوب گیر رویکردی متداول در رویارویی و کنترل رسوب می باشد. از آنجایی که نیتروژن معدنی و ترکیبات فسفردار در فرآیند اوتریفیکاسیون^۱ شرکت دارند، بنابراین یافتن راه حل های جایگزین مانند بازدارنده های سبز تشکیل رسوب از اهمیت بالایی برخوردار است. روش متداول به منظور کنترل تشکیل رسوب، استفاده از مواد شیمیایی به عنوان ضد رسوب است.

هنگامی که این مواد به درستی استفاده شوند می توانند با غلظت های کم مانع تشکیل رسوب شوند. در این زمینه ترکیبات فسفردار و نیتروژنه به طور گسترده بر علیه تشکیل رسوب به کار می روند. امروزه انتشار چنین موادی به اکوسیستم های آبی تحت پیگرد قانونی قرار گرفته است. در چند دهه ی

^۱Eutrophication



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



اخیر جرمگیری‌های جدیدی که نسبت به نوع قبلی دوستدار محیط زیست هستند ارائه شده اند. عصاره‌های گیاهی نیز اخیراً به عنوان بازدارنده‌های سبز به کار رفته‌اند. آن‌ها را میتوان به آسانی استخراج کرد و به عنوان ترکیبات دوستدار محیط زیست به کار برد.

ویژگی‌های ماده‌ی شیمیایی سبز عبارتند از غیر سمی - زیست تخریب پذیر - فاقد تجمع زیستی. عصاره‌های گیاهی، به عنوان منبع جایگزین مولکول‌های آلی طبیعی به شمار می‌آیند. بازدارنده‌های سبز می‌توانند در شرایطی به کار روند که استفاده از بازدارنده‌های دیگر با محدودیت کاربردی روبرو است. ضد رسوب‌های جدیدی در یک دهه‌ی اخیر سنتز شده اند که نسبت به ضد رسوب‌های متداول دوستدار محیط زیست هستند. اخیراً خصوصیات بازدارندگی رسوب، عصاره‌های گیاهی توسط تست‌های دینامیک و استاتیک در مطالعات آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است. استفاده از مواد شیمیایی در گستره‌ای از کاربردها موجب دغدغه‌های زیست محیطی و سلامت بشر است. بر همین اساس، در طی سالیان پیش، نیازهای صنعتی برای ترکیبات شیمیایی نه تنها به موثر بودن و کارایی آن‌ها اهمیت می‌دهد بلکه ایمنی استفاده از آن‌ها نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. به این ترتیب، این ترکیبات بایستی، محصولاتی باشند که جهش زا و سرطان‌زا نبوده و ویژگی‌های زیست محیطی قابل قبول‌تری را در سیستم‌های کنونی ارائه دهند [۶-۷]. تعدادی از آنتی اسکالانت‌ها^۱ بصورت تجاری در دسترس هستند و فرمولاسیون‌های جدیدی بطور مداوم برای طیف‌های مختلفی از رسوبات در حال توسعه می‌باشند [۸-۲۱]. علاوه بر این، بسیاری از مهارکننده‌های خوردگی در سیستم‌های خنک کننده آبی مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۲۲]. به‌ویژه، کرامات‌ها و بسیاری از فلزات سنگین دیگر، مهارکننده‌های استاندارد خوردگی را تشکیل می‌دادند، چراکه در محدوده وسیعی از شرایط تاثیر عالی نشان داده و استفاده تجاری آن‌ها سابقه طولانی موفقیت آمیزی را نشان می‌دهد. اما، به دلیل دغدغه اثرات سمی روی منابع آبی و تاثیر روی حیات موجودات زنده، محبوبیت مهارکننده‌های حاوی فلزات سنگین، رو به زوال است [۲۳]. بنابراین، تاثیرات خطرناک غالب مهارکننده‌های سنتزی، انگیزه‌ای برای استفاده از محصولات طبیعی است. اخیراً، عصاره‌های گیاهی، مجدداً به جهت ویژگی مقبولیت زیست محیطی، تسهیل در دسترسی و تجدیدپذیری ایشان، بعنوان طیف وسیعی از مهارکننده‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند. عصاره‌های گیاهی بعنوان منبعی غنی از ترکیبات شیمیایی که بصورت طبیعی سنتز شده‌اند نگریسته می‌شوند که می‌توانند به روش ساده و ارزان قیمتی از گیاه استخراج شوند. محصولات طبیعی متعددی بعنوان مهارکننده‌های خوردگی در کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند [۲۴-۲۸]. نتایج حاصل نشان داده‌اند که عصاره‌های گیاهی می‌توانند بعنوان مهارکننده‌های موثر، سبز و دوستدار محیط زیست عمل کنند. هدف از این مطالعه، بررسی ویژگی آنتی اسکالانتی عصاره گیاهی حاصل از گونه‌های جنس ژیسوفیلا بعنوان یک ترکیب زیست سازگار است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱ جمع‌آوری گیاه

گیاه جنس ژیسوفیلا در فصل تابستان از استان سمنان جمع‌آوری گردید. در دمای اتاق خشک شد. این گیاه با مشخصات *Gypsophila aretioides* با ووشر شماره TMRC-۳۸۱ جمع‌آوری کننده: خانم دکتر طیبه باقری لطف‌آباد - خانم اعظم حاجی‌زاده و شناسایی کننده: خانم دکتر پیرانی در مرکز تحقیقات طب سنتی با مفررات پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ثبت و نگه‌داری می‌شود.

۲-۲ آنالیز فلزی خاک

خاک محل رویش گیاه جمع‌آوری و توسط آزمایشگاه فنی مکانیک خاک وزارت راه و ترابری استان تهران مطابق با نشریه شماره ۴۶۷ بر روی عصاره اشباع خاک، مورد آنالیز قرار گرفت تا عناصر اصلی فلزی موجود در آن تعیین گردد.

¹ Antiscalont



کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵

۲-۳ تهیه عصاره گیاهی (محلول استوک)

برای تهیه عصاره گیاهی ابتدا گیاه به مدت ۲ ساعت در آون با دمای 70°C قرار گرفت تا کاملا خشک شود. سپس گیاه به صورت پودر آسیاب شد. ۵ گرم از نمونه پودری به ۱۰۰ ml آب مقطر 100°C اضافه شد. پس از گذشت ۲۰ دقیقه بخش جامد توسط فیلتر واتمن شماره ۴۲ حذف شد. محلول زیرین خشک شد و ماده باقیمانده توزین گردید و به عنوان عصاره آبی در مراحل بعدی تحقیق مورد استفاده قرار گرفت.

۲-۴ رسم نمودار استاندارد

جهت سنجش میزان یون کلسیم به روش جذب اتمی، نیاز به نمودار استاندارد جذب کلسیم بر حسب غلظت می باشد. برای این منظور غلظت های مختلف CaCl_2 را تهیه کردیم و جذب آن را با استفاده از دستگاه جذب اتمی در طول موج $239/9$ و با لامپ کلسیم قرائت کردیم.

۲-۵ سنجش قدرت حل کنندگی عصاره گیاه ژیسوفیلا در محلول آبی حاوی رسوبات کربنات کلسیم

به منظور تهیه محلول فوق اشباع از کربنات کلسیم، مقدار 33 mg از نمک کربنات کلسیم به بشر حاوی ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر افزوده شد. غلظت های مختلف از عصاره آبی گیاه ژیسوفیلا در بازه $0-95\%$ به مخلوط فوق اضافه گردید و به مدت ۲ ساعت روی شیکر مکانیکی هم زده شد. سپس رسوبات موجود توسط فیلتر واتمن شماره ۴۲ حذف شد و جذب مایع زیر فیلتر با استفاده از دستگاه جذب اتمی در طول موج $239/9$ و با لامپ کلسیم قرائت شد.

۳. نتایج و بحث

۳-۱ آنالیز فلزی خاک محل رشد گیاه

نتایج آنالیز فلزی خاک نشان داد که به ترتیب عناصر کلسیم، منیزیم، پتاسیم و سدیم بیشترین یون های فلزی موجود در خاک بودند. از آنجا که بیشترین یون موجود در محل رویش گیاه یون کلسیم با مقدار $24/80$ میلی اکی والان در لیتر می باشد، به این ترتیب می توان نتیجه گرفت که گیاه ژیسوفیلا در محیط آهکی قادر به رشد بوده و احتمالاً از توانایی حل کردن کلسیم خاک برخوردار می باشد بطوریکه کلسیم را بصورت محلول در آورده و از طریق ریشه های خود جذب نموده و در برگ هایش بصورت کریستال ذخیره می نماید.

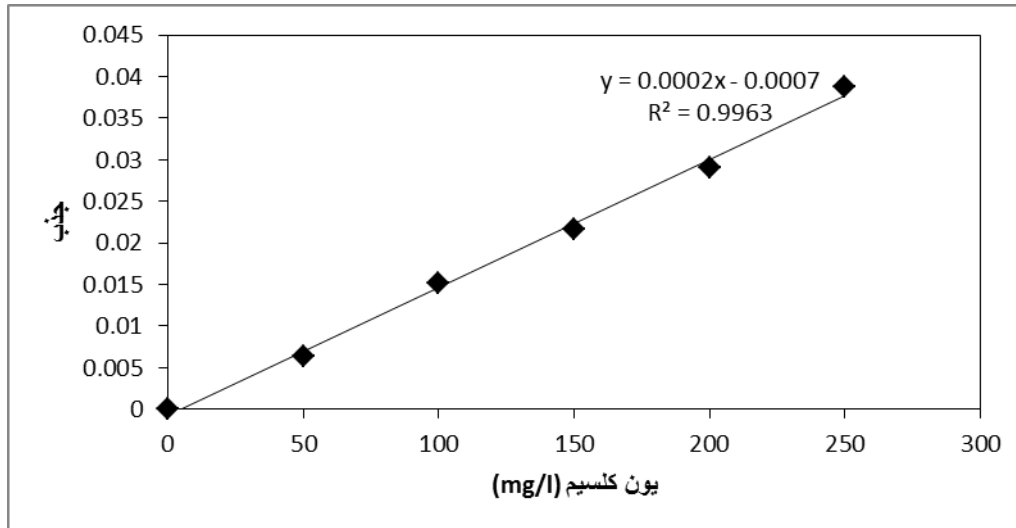
۳-۲ عصاره گیری

مقدار ۵ گرم از پودر گیاه را در ۱۰۰ cc آب مقطر 100°C انکوبه شد و پس از جداسازی جامدات به روش فیلتراسیون، محلول زیرین آن خشک گردی که منجر به $0/2$ گرم عصاره باقی مانده شد. به این ترتیب بازده عصاره گیری معادل 4% شد.

۳-۳ نمودار استاندارد یون کلسیم

نمودار استاندارد (شکل ۱) جذب اتمی بر حسب غلظت یون کلسیم، به صورت یک خط با معادله $y = 0.0002x - 0.0007$ به دست آمد که x و y به ترتیب به میزان جذب و غلظت یون کلسیم (mg/l) اشاره دارند. با توجه به اینکه مقدار ضریب R^2 خط رگرسیون نزدیک به یک است، بنابراین

محدوده غلظت انتخاب شده از یون کلسیم برای رسم نمودار استاندارد، بازه مناسبی بوده است و نمودار به شکل خطی شده است. به این ترتیب با داشتن جذب نمونه مجهول می توان غلظت یون کلسیم را در آن محاسبه نمود.



شکل ۱- استاندارد یون کلسیم با استفاده از $CaCl_2$

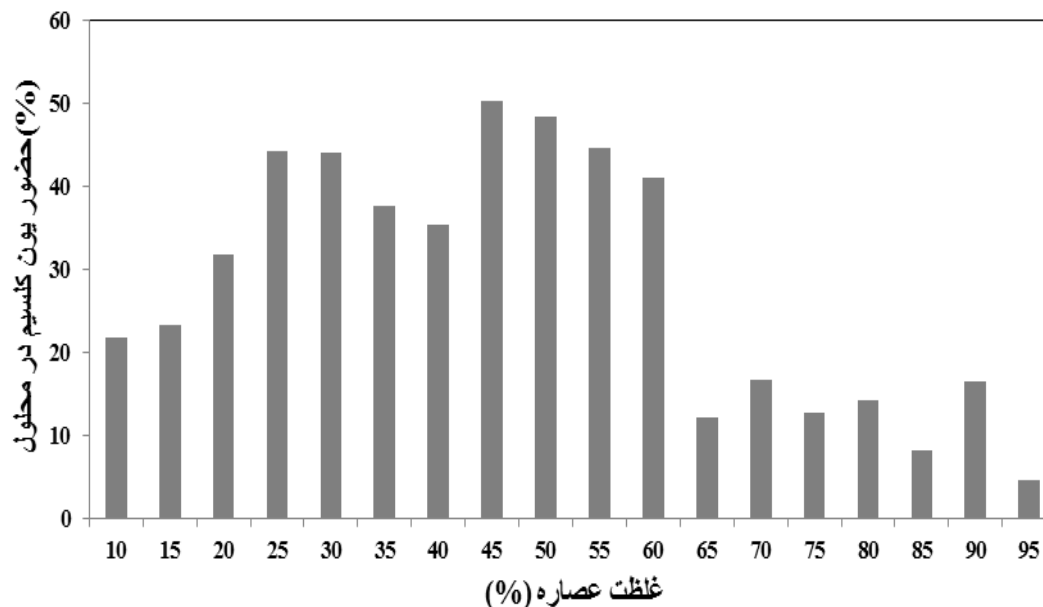
۳-۴ سنجش قدرت حل کنندگی عصاره گیاه در محلول آبی حاوی رسوبات کربنات کلسیم

محلول های فوق اشباع از کربنات کلسیم که تحت تیمار عصاره گیاهی با غلظت های مختلف قرار گرفته بودند، پس از جداسازی فاز جامد توسط آنالیز جذب اتمی کلسیم ارزیابی شدند. درصد حل شدن یون کلسیم به صورت معادله زیر محاسبه شد:

$$\frac{[\text{غلظت یون کلسیم در عصاره گیاه}] - [\text{غلظت یون کلسیم در محلول}]}{[\text{غلظت اولیه یون کلسیم در محلول فوق اشباع}]} \times 100$$

(۱)

نتایج مربوط به غلظت های مختلف از عصاره گیاه در (شکل ۲) نشان می دهد که بهترین شرایط برای حل شدن رسوبات کلسیم در غلظت ۴۵٪ از عصاره گیاهی انجام گرفته است. در غلظت های بالاتر از عصاره گیاهی به دلیل حضور یون کلسیم در بافت عصاره گیاه میزان حل شدن رسوبات کلسیمی کاهش یافته است.



شکل ۲- تاثیر غلظت گیاه بر میزان حل شدن رسوبات کلسیم

۴. نتیجه گیری

بررسی میزان جذب عصاره با استفاده از دستگاه جذب اتمی نشان داد که بهترین شرایط برای حل شدن رسوبات کلسیم در غلظت ۴۵٪ از عصاره گیاهی انجام گرفته است. در غلظت‌های بالاتر از عصاره گیاهی به دلیل حضور یون کلسیم در بافت عصاره گیاه میزان حل شدن رسوبات کلسیمی کاهش یافته است.

۵. مراجع

- [1] J.W. Morse, R.S. Arvidson, A. Luttge, Calcium carbonate formation and dissolution, Chem. Rev. 107 (2007) 342–381
- [2] K.S. Lackner, A guide to CO₂ sequestration, Science 300 (2003) 1677–1678
- [3] M. Faatz, F. Gröhn, G. Wegner, Amorphous calcium carbonate: synthesis and potential intermediate in biomineralization, Adv. Mater. 16 (2004) 996–1000
- [4] R. Rosset, Les procédés physiques antitartre: mythe ou réalité, Actual. Chim. (1992) 125–148.
- [5] J. MacAdam, S.A. Parsons, Calcium carbonate scale control, effect of material and inhibitors, Water Sci. Technol. 49 (2004) 153–159.
- [6] V.V. Paustovskaya, Some results of a research in the problem. Inhibitors of metal corrosion. Toxicology and industrial hygiene, Prot. Met. 1 (2000) 89–93.
- [7] C.A. Grillo, M.V. Mirífico, M.L. Morales, M.A. Reigosa, M. Fernández, Lorenzo de Mele, Assessment of cytotoxic and cytogenetic effects of a 1,2,5- thiazole derivative on CHO-K1 cells.



Its application as corrosion inhibitor, *J Hazrad Mater* 170 (2009) 1173–1178

- [8] A.M. Abdel-Gaber, B.A. Abd-El-Nabey, E. Khamis, D.E. Abd-El-Khalek, Investigation of fig leaf extract as a novel environmentally friendly antiscalent for CaCO₃ calcareous deposits, *Desalination* 230 (2008) 314–328.
- [9] D.-j. Choi, S.-J. You, J.-G. Kim, Development of an environmentally safe corrosion, scale, and microorganism inhibitor for open recirculating cooling systems, *Mat. Sci. Eng., A* 335 (2002) 228–236.
- [10] K. Gehan, A. Lockey, M. Rao, Chemical treatments to control corrosion in open cooling water systems, *Conf- Australas, Corros. Assoc., Corrosion/91*, paper G1, NACE, Houston, 1991, p. 15.
- [11] E.R. McCartney, A.E. Alexander, The effect of additives upon the process of crystallization. I. Crystallization of calcium sulfate, *J. Coll. Sci.* 13 (1958) 383–396.
- [12] Z. Amjad, R.W. Zuhl, Calcium carbonate precipitation in the presence of inhibitors, *Mater. Perform.* 47 (2007) 46–48.
- [13] S.T. Liu, G.H. Nancollas, The crystal growth of calcium sulfate dihydrate in the presence of additives, *J. Coll. Interf. Sci.* 44 (1973) 422–429.
- [14] C.G. Sinn, R. Dimova, M. Antonietti, Isothermal titration calorimetry of the polyelectrolyte/water interaction and binding of Ca²⁺: effects determining the quality of polymeric scale inhibitors, *Macromolecules* 37 (2004) 3444–3450.
- [15] H. Colfen, M. Antonietti, Crystal design of calcium carbonate microparticles using double-hydrophilic block copolymers, *Langmuir* 14 (1998) 582–589.
- [16] H. Colfen, Double-hydrophilic block copolymers: synthesis and application as novel surfactants and crystal growth modifiers, *Macromol. Rapid Commun.* 22 (2001) 219–252.
- [17] P. Kjellin, X-ray diffraction and scanning electron microscopy studies of calcium carbonate electrodeposited on a steel surface, *CollSurfaces A: Physicochem Eng. Aspects* 212 (2003) 19–26.
- [18] M.C. Cushner, W.C. Melchior, J.L. Przybylinski, Effect of iron(II) on the performance of calcium carbonate inhibitors, *Mater. Perform.* 29 (1990) 49.
- [19] P.R. Puckorius, S.D. Strauss, *Cooling-water treatment power* 139 (1995) 17–28.
- [20] G. Bohnsack, K.H. Lee, D.A. Johnson, E. Buss, Mechanisms of organic inhibitors used in cooling water corrosion control, *Mater. Perform.* 25 (1986) 32.
- [21] J. Telegdi, E. Kalman, F.H. Karman, Corrosion and scale inhibitors with systematically changed structure, *Corros. Sci.* 33 (1992) 1099–1103.
- [22] K. Gehan, A. Lockey, M. Rao, Chemical treatments to control corrosion in open cooling water systems, *Conf-Australas, Corros. Assoc., Corrosion/91*, paper G1, NACE, Houston, 1991, p. 15.
- [23] D.L. Lake, Approaching environmental acceptability in cooling water corrosion inhibition, *Corros Prevent Contr* 35 (1988) 113–115.
- [24] A.M. Abdel-Gaber, E. Khamis, H. Abo-ElDahab, Sh. Adeel, Inhibition of aluminium corrosion in alkaline solutions using natural compound, *Mater. Chem. Phys.* 109 (2008) 297.
- [25] A.M. Abdel-Gaber, Effect of immersion time and temperature on the inhibition of the acid corrosion of zinc by fenugreek seeds extract, *Int J Appl Chem* 3 (2007) 161.
- [26] A.M. Abdel-Gaber, E. Khamis, H. Abo-ElDahab, Sh. Adeel, Novel package for inhibition of



شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

کنگره علوم و مهندسی آب و فاضلاب ایران

دانشگاه تهران، تهران

۲۶ و ۲۷ بهمن ماه ۱۳۹۵



aluminium corrosion in alkaline solutions, *Materials Chemistry and Physics* 124 (2010) 773–779.

- [27] A.M. Abdel-Gaber, B.A. Abd-El-Nabey, I.M. Sidahmed, A.M. El-Zayady, M. Saadawy, Inhibitive action of some plant extracts on the corrosion of steel in acidic media, *Corros. Sci.* 48 (2006) 2765.
- [28] A.M. Abdel-Gaber, B.A. Abd-El-Nabey, I.M. Sidahmed, A.M. El-Zayady, M. Saadawy, Effect of temperature on inhibitive action of Damsissa extract on the corrosion of steel in acidic media, *Corrosion* 62 (2006) 193.