مطالعه اثر مزاحمت طیفی ۲۸ عنصر بر روی خطوط طیفی Zn به کمک اسپکتروسکپی نشری پلاسمای جفت شده القایی (ICP- Es)

دکتر مرضیه چالوسی

گروه آموزشی شیمی - دانشکده علوم - دانشگاه تربیت معلم

چکیده:

مزاحمت‌های طیفی عناصر Cu, Mo, Zr, Fe, Ti, Cr, Pb, Al, U, Tl, Mg, Ta, Y, W, Be, Sn, K, B, Ag, V, Sr, Se, Na, Co, Ca, Ba, Hg , Cd, در طول موج‌های 330.259 ، 213.856، 206.200 ، 202.551 نانومتر عنصر Zn مورد مطالعه قرار گرفت و از اسپکترومتر نشری پلاسمای جفت شده القایی ICP-Es، استفاده شد.

مقدمه:

در حال حاضر یکی از مهمترین عوامل موثری که مانع بکارگیری وسیع اسپکتروسکپی نشری پلاسمای جفت شده القایی (ICP-Es) می‌شود مزاحمت‌های طیفی آن می‌باشد. بنابراین مطالعه مزاحمت‌های طیفی تقاضای اولیه در بکارگیری موثر ICP در اسپکترومتری نشری اتمی تجزیه‌ای می‌باشد، بخصوص در ماتریس‌های ویژه (۱و۲و۳و۴) با طیف‌های نشری پیچیده، انتخاب خط طیفی مناسب در اندازه‌گیری بستگی به آزادی نسبی آن از خطوط طیفی دیگر دارد این خطوط ممکن نیست مگر اینکه مزاحمت‌های طی شود* تابه کمک دستگاه با قدرت تفکیک بالاتر و یا روابط ریاضی و آماری نظیر روشهای** PLS و KF اینگونه مزاحمت‌هارهایی جست (۵و ۷).

روش و ابزار:

دستگاه اسپکترومتر نشری پلاسمای جفت شده Varian ۱۰۰ سال ۱۹۹۰ مورد استفاده قرارگرفت. در جدول -۱ آمده است.

محلول‌های با غلظت کم، از رقیق کردن محلول‌ها ppm ۱۰۰۰ ساخته شده است. شرایط بهینه دستگاه پلاسما، و تغییر ارتفاع دید پلاسما و مطالعه نسبت (SNR) بدست آمد.

---

*- تحقیقات در دانشگاه واترلو کانادا بخش شیمی آزمایشگاه اتمی تجزیه‌ای دکتر واسیلی کاراناسیوس انجام شده است.

Squares (PLS) and Kalman Filtering methods.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

جدول ۱ـ شرایط عمل دستگاه ICP

Varian Liberty 100	
Forward power	1.08 kW
Plasma gas (Ar)	15.0 L/min
Auxiliary	1.5 L/min
Nebulizer pressure	200.0 kPa
Viewing height	15.0 mm ALC
Pump speed	25.0 rpm
Stabilization time	15.0 sec
Sample delay	30.0 sec
Search window	0.08 nm
Integration time	1.0 sec
Number of repeats	3

ر IBM مدل ۴۸۶ و نرم افزارهای windows, E مورد استفاده قرار گرفت. طیف عناصر در وج‌های مختلف بر روی دیسک‌های مغناطیسی شده است. با افزایش توان پلاسما، شدت نشر در وج‌های ۲۱۳/۸۵۶ و ۳۳۰/۲۵۹ نانومتر عنصر zn ی یافته و طول موج ماکزیمم نیز جابجا شده است. مایش برای عنصر Zn با غلظت ۱۰ppm در طول ۲۱۳/۸۵۶ انجام شد (شکل-۱) و در طول موج ۳۳ نانومتر برای مخلوط ۵ppm zn + ۲۰۰ppm Na ۱۰ppm zn + ۳۰۰ppm انجام گرفت نتایج در شکل ترتیب آمده است. عنصر سدیم در این طول موج ت شدید برای عنصر Zn دارد.

ج و بحث:

حمت‌های طیفی حاصل از عناصر Cu, Mo, Zr, Fe, Ti, Cr, Al, Pb, U, Tl, Mg, Ta, Y, W, B K, B, Ag, V, Sr, Se, Na, Co, Ca, Ba, Hg, In ل موج ۳۳۰/۲۵۹ نانومتر نشان داد که بسیاری از ذکر شده همپوشانی طیفی در این طول موج و فقط عناصر Zr, U, Mo, Ta, Y, Na, Cr, Ti مزاحمت طیفی داشته و عنصر Zr در این طول موج مزاحمت طیفی شدیدتری دارد. نتایج در جدول ۲ درج شده‌است، طیف مربوط به عناصر Zn, U, Na, Ti, Mo, Y در (شکل-۴) آمده است.

در طول موج ۲۱۳/۸۶۶ نانومتر از ۲۸ عنصر مورد بررسی عناصر Cu, Mo, Zr, Fe, Ti, Cr مزاحمت طیفی نشان دادند. عنصر Cu با فلز روی در این طول موج مزاحمت نسبتاً شدیدی نشان می‌دهد. نتایج در (جدول-۳) درج شده‌است. طیف مربوط به عناصر Zn, Zr Cu, Fe, Mo در (شکل-۵) آمده است.

در طول موج ۲۰۶/۲۰۰ نانومتر عناصر Cr, Mo, Al, U, Cu, Mn, Mg, Ta, W, V, Tl, مزاحمت طیفی نشان دادند مخصوصاً عنصر وانادیم در این خط طیفی هم‌پوشانی شدیدی (hot line) نشان می‌دهد، نتایج در (جدول-۴) آمده‌است. طیف مربوط به عناصر Zn, Mg, U و Mo, W, pb در (شکل-۶) آمده است.

در طول موج ۲۰۲/۵۵۱ نانومتر مزاحمت طیفی ۲۸ عنصر مورد بررسی قرار گرفت و طیف عناصر Cu, Cr, U, Mo, Mn, Mg, Ta, W, Y, Zr, Co, Fe, Ti رسم شد بقیه عناصر مزاحمت طیفی چندانی نشان نداده و عنصر Mg

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

مزاحمت طیفی شدید و عنصر تنگستن مزاحمت طیف کمتری نسبت به Mg از خود نشان می‌دهد. نتایج در (جدول-۵) آمده‌است و طیف عناصر Zn, Cr, U, Zr, Mo در (شکل-۷) نشان داده شده‌است.

باتوجه به جدول ۶ مشاهده می‌شود که حد تشخیص* LOD دستگاه ICP- AES نسبت به دیگر روشهای تجزیه‌ای مندرج در جدول ضعیف‌تر می‌باشد. از آنجائیکه این دستگاه در آینده جایگزین سیستم‌های نشر اتمی شعله‌ای و جذب اتمی خواهد شد (بعلت توانایی ویژه دستگاه از قبیل اندازه‌گیری چند عنصر، دارا بودن دامنه غلظتی وسیعتر و سادگی کار با دستگاه)، بنابراین برای اینکه بتوان عناصر در حد مقادیر کم رادر نمونه‌های با ماتریس‌های پیچیده نظیر نمونه‌های ژئوشیمیایی و بیولوژی اندازه‌گیری نمود لازم است مزاحمت‌های طیفی برطرف شود.

امروزه برای رفع مزاحمت طیفی از روشهای آماری استفاده می‌شود (۵). در آینده بکارگیری اینگونه محاسبات ریاضی و آماری مورد بحث قرار خواهدگرفت.

جدول ٦ـ حد تشخیص عنصر Zn با روشهای مختلف دستگاهی (٦)

ASV(a) (ppb)	Flame-AAS (ppb)	ET-AAS' (ppb)	ICP-AES' (ppb)
0.4	0.6	0.2	1

(a) Anodic Stripping Voltametry

نتیجه گیری:

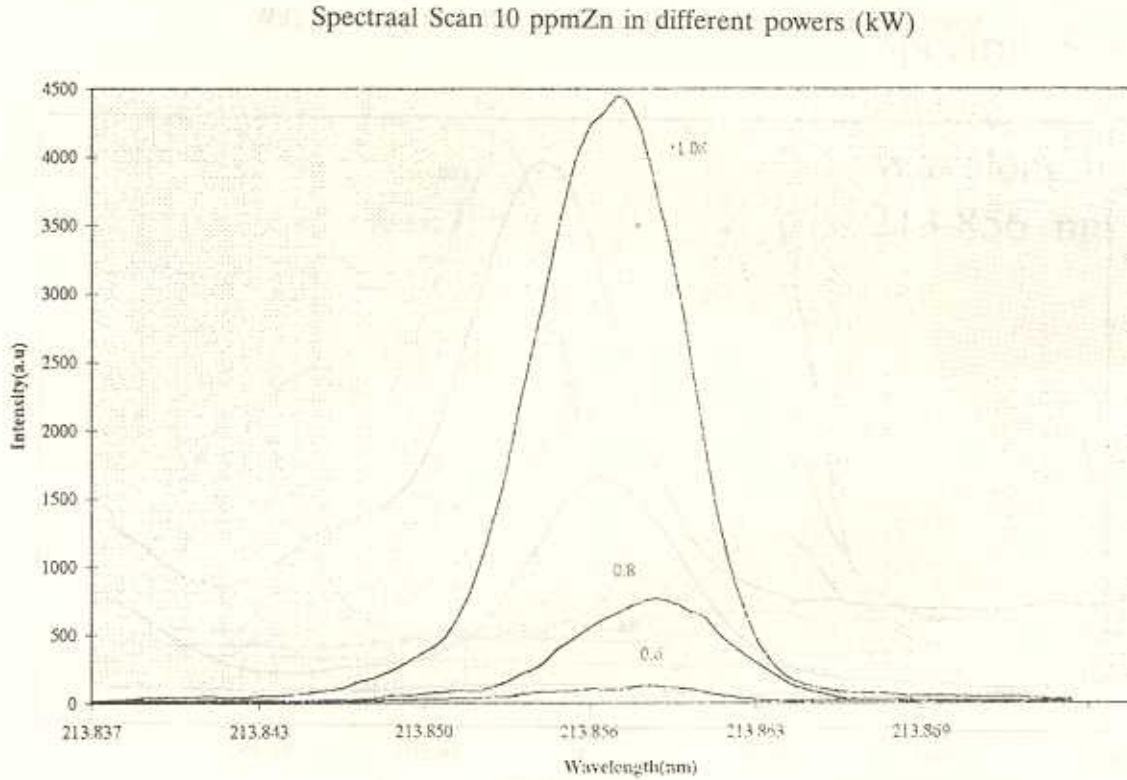
از مطالعات طیف نشری ۲۸ عنصر مختلف با طیف نشری عنصر روی (Zn) در طول موج‌های مختلف، مشاهده شد که بسیاری از عناصر ذکر شده مزاحمت طیفی نداشته و تعدادی از عناصر در حد مقادیر بسیار کم عنصر روی (در حد ppb) ایجاد مزاحمت می‌نماید (جدول ۷).

جدول ۷ـ عناصری که در تعیین مقادیر کم عنصر Zn ایجاد مزاحمت می‌کنند.

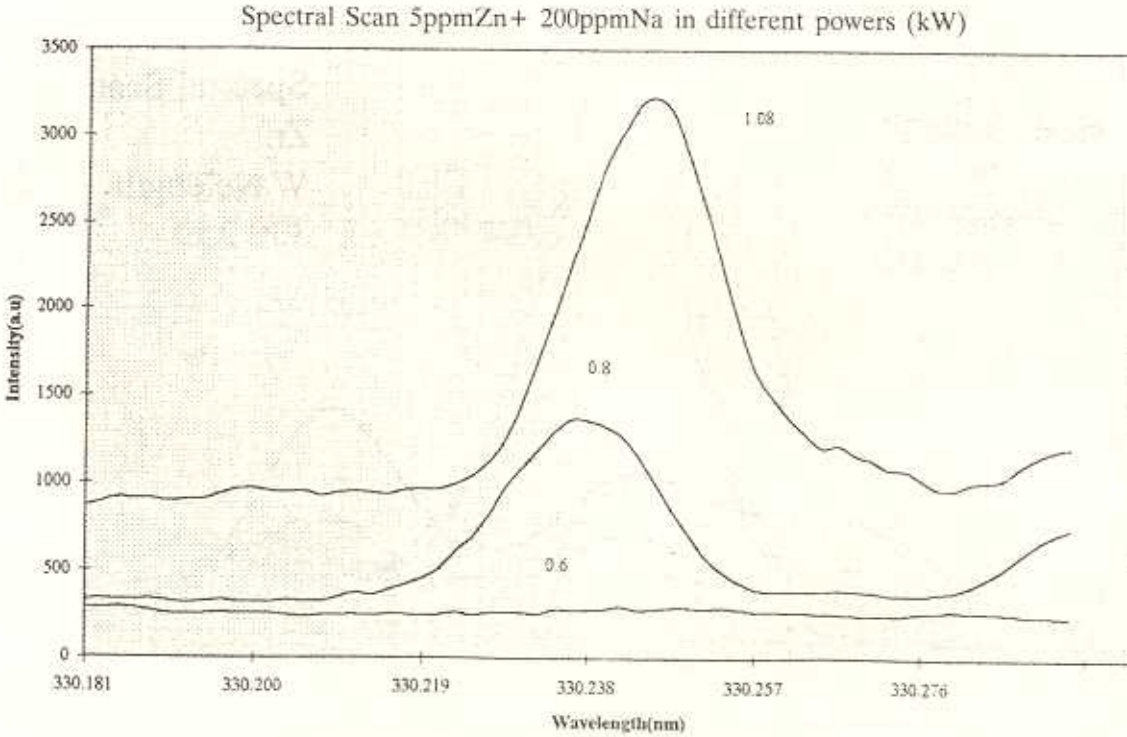
نام عنصر در حد مقادیرکم	طول موج (nm)	عناصری که ایجاد مزاحمت می‌نمایند
Zn	330.259	U, Mo, Ta, Zr, Na
	213.859	Cu, Fe, Cr
	206.200	U, Mo, Mg, Ta, W, V
	202.551	Cr, U, Ta, W, V

* - Limit of Detection.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

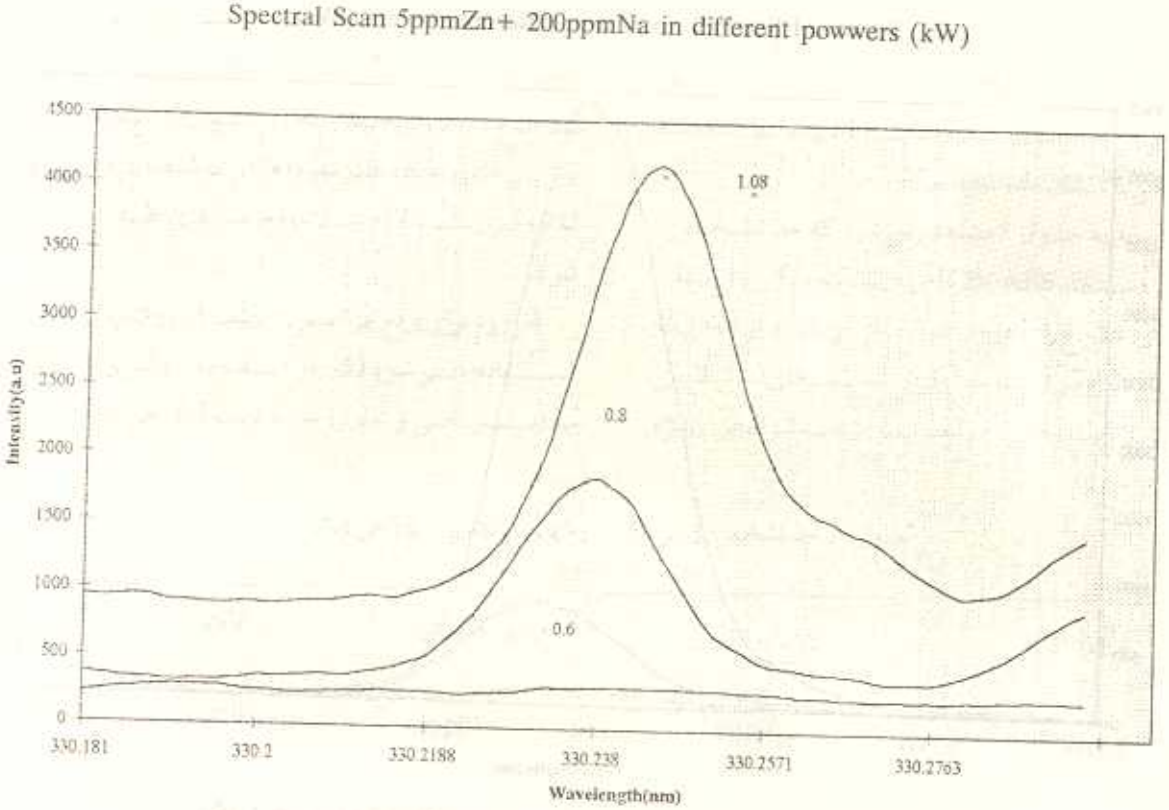


شکل ۱ـ اثر تغییرات توان پلاسما بر حسب کیلووات بر روی شدت نشر محلول ۱۰ppmZn

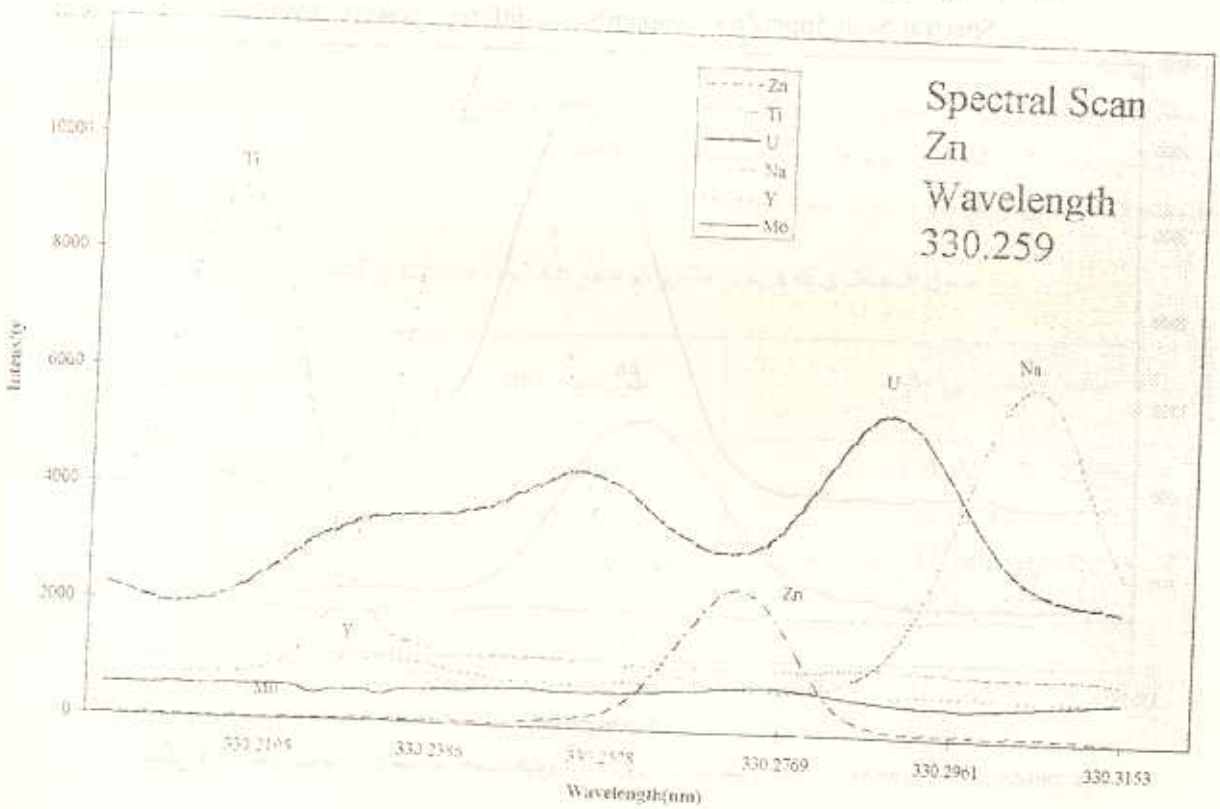


شکل ۲ـ اثر تغییرات توان پلاسما بر حسب کیلووات بر روی شدت نشری محلول ۵ppmZn + ۲۰۰ ppmNa

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

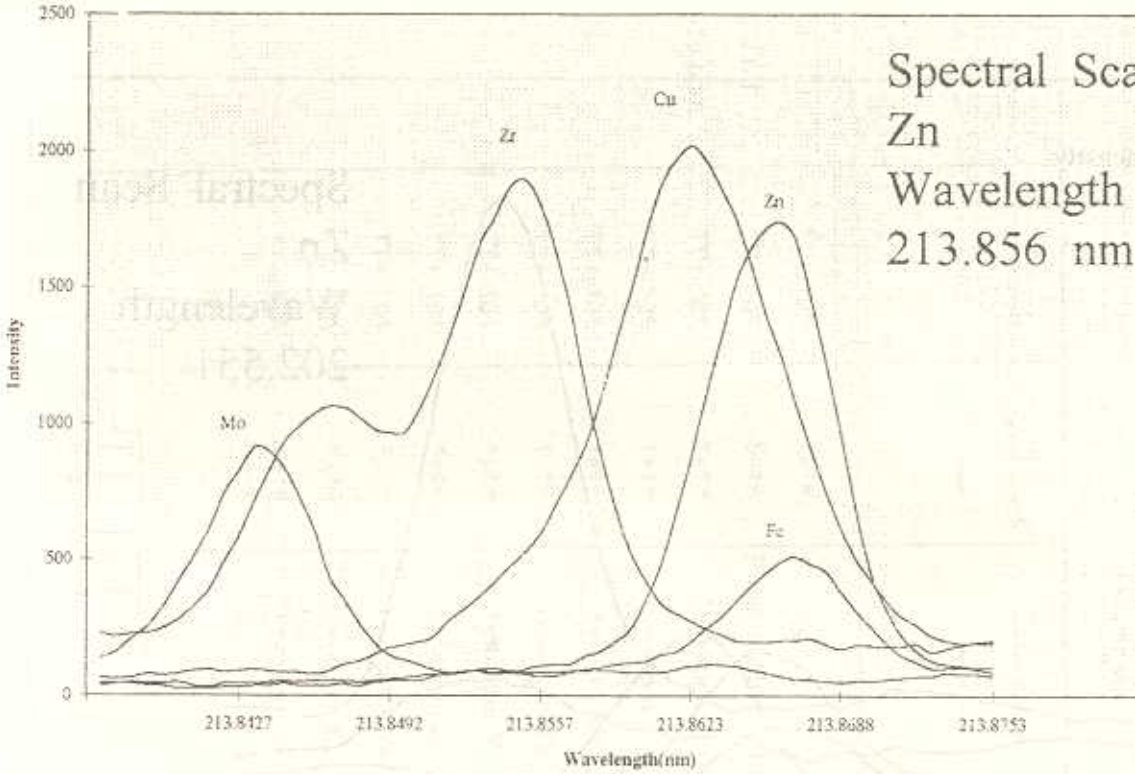


شکل ۳ـ اثر تغییرات توان پلاسما بر حسب کیلووات بر روی شدت نشر محلول ۱۰ppmZn + ۳۰۰ ppmNa

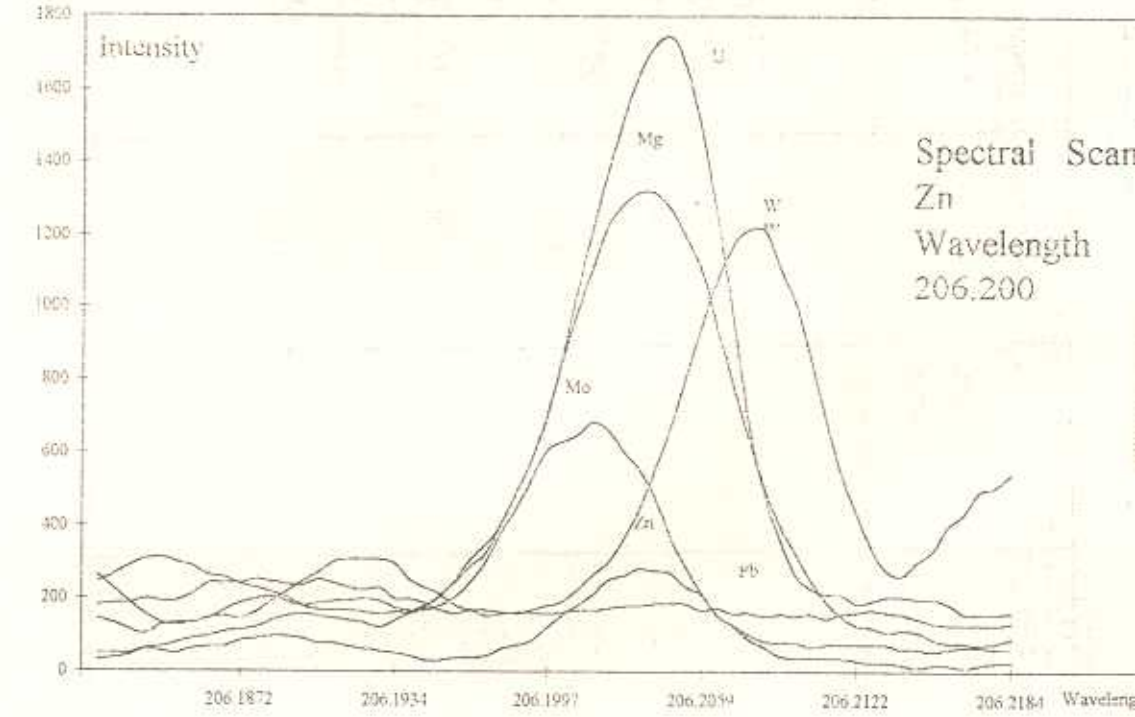


شکل ۴ـ طیف نشری عناصر Ti, u, Na, Y, Mo در طول موج ۳۳۰/۲۵۹ نانومتر عنصر Zn

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

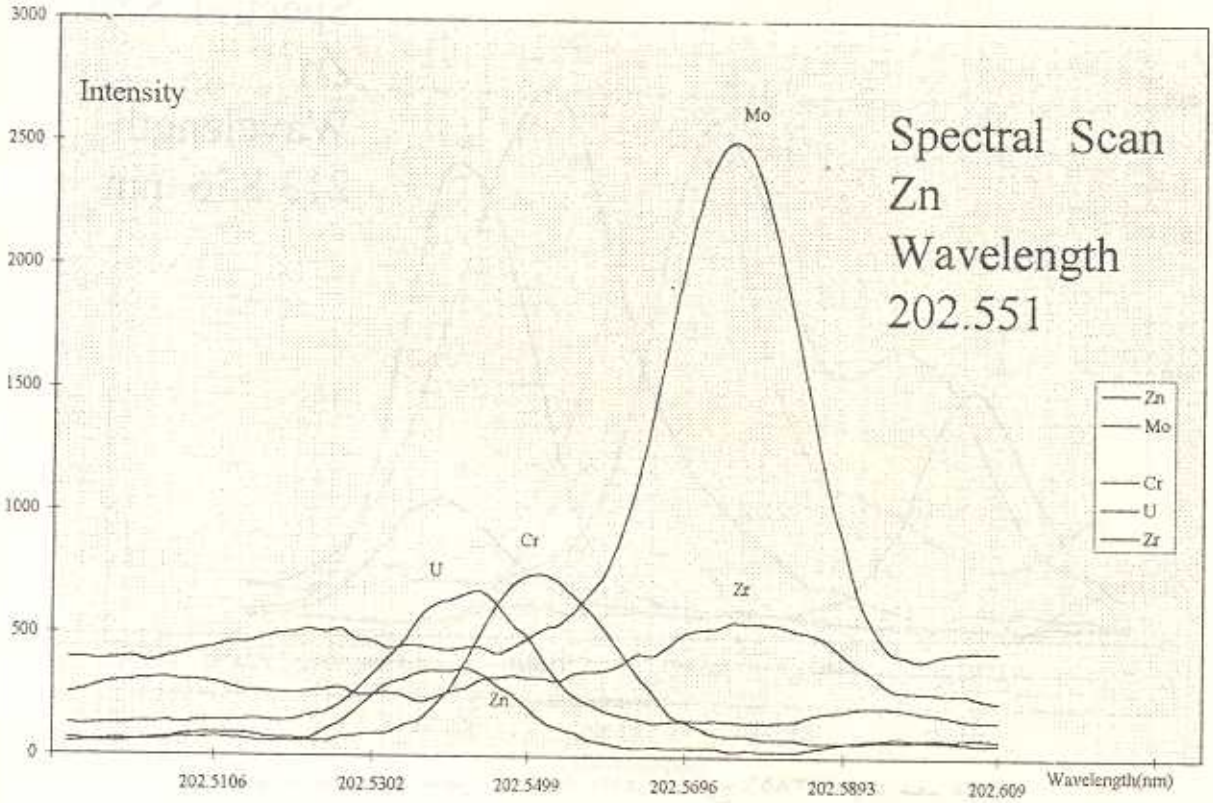


شکل ۵ـ طیف نشری عناصر Mo, Zr, Cu, Fe در طول موج ۲۱۳/۸۵۶ نانومتر عنصر Zn.



شکل ۶ـ طیف نشری عناصر Mg, U, Mo, W, Pb در طول مووج ۲۰۶/۲۰۰ نانومتر عنصر Zn

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]



شکل ۷ـ طیف نشری عناصر Mo, Cr, U, Zr در طول موج ۲۰۲/۵۵۱ نانومتر عنصر Zn

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

جدول ۲ـ شدت نشر عناصر مزاحم در اندازه گیری عنصر Zn

مزاحمت طیفی گزارش شده توسط شرکت وارین	حد تشخیص $ng.ml^{-1}$	شدت طیفی عناصر مزاحم	طول موج خط طیفی (nm)	غلظت عناصر مزاحم	شدت طیفی عنصر	طول موج (nm)	نام و غلظت عنصر اصلی
–	–	–	–	–	۲۰۲۶	۳۳۰/۲۵۹	Zn II 50 ppm
۱۰۰۰ppm U	–	۵۳۲/۲	۳۳۰/۲۵۳	Blank Solution (BG)	۲۰۲۶	۳۳۰/۲۵۹	
		۵۵۴۰	۳۳۰/۲۸۹	۱۰۰۰ppm U	۲۰۲۶	۳۳۰/۲۵۹	
		۹۸۵/۱	۳۳۰/۲۸۹	۱۰۰ppm U	۲۰۲۶	۳۳۰/۲۵۹	
		۷۹۵/۴	۳۳۰/۲۷۵	۱۰۰۰pp Mo	۲۰۲۶	۳۳۰/۲۵۹	
		۸۷۴/۷	۳۳۰/۲۸۳	۱۰۰۰ppm Ta	۲۰۲۶	۳۳۰/۲۵۹	
		۱۱۰۷	۳۳۰/۲۳۲	۱۰۰۰ppm Y	۲۰۲۶	۳۳۰/۲۵۹	
		۱۶۶۱۰۰	۳۳۰/۲۷۳	۱۰۰۰ppm Zr	۲۰۲۶	۳۳۰/۲۵۹	
		۱۲۱۱۰	۳۳۰/۲۴۴	۱۰۰۰ppm Na	۲۰۲۶	۳۳۰/۲۵۹	
		۷۷۱/۳	۳۳۰/۲۲۵	۱۰۰۰ppm Cr	۲۰۲۶	۳۳۰/۲۵۹	
		۹۰۱۷	۳۳۰/۲۱۶	۱۰۰۰ppm Ti	۲۰۲۶	۳۳۰/۲۵۹	

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

جدول ۳ـ شدت نشر عناصر مزاحم در اندازه گیری عنصر Zn

مزاحمت طیفی گزارش شده‌توسط شرکت وارین	حد تشخیص $ng.ml^{-1}$	شدت طیفی عناصر مزاحم	طول موج خط طیفی (nm) عناصر مزاحم	غلظت عناصر مزاحم	شدت طیفی عنصر	طول موج (nm)	نام و غلظت عنصراصلی
۱ ppm Zn		–	–	–	۱۷۴۲	۲۱۳/۸۵۶	Zn (I)
(BG)	۰/۹	۷۵/۶۹	۲۱۳/۸۶۱	Blank Solution(BG)	۱۷۴۲	۲۱۳/۸۵۶	1ppm
۱۰۰ ppm Cu		۱۹۱۵	۲۱۳/۸۶۲	۱۰۰ ppm Cu	۱۷۴۲	۲۱۳/۸۵۶	
–		۸۸۷/۵	۲۱۳/۸۴۴	۱۰۰۰ ppm Mo	۱۷۴۲	۲۱۳/۸۵۶	
–		۱۸۸۳	۲۱۳/۸۵۵	۱۰۰۰ ppm Zr	۱۷۴۲	۲۱۳/۸۵۶	
–		۴۸۱/۴	۲۱۳/۸۶۷	۱۰۰۰ ppm Fe	۱۷۴۲	۲۱۳/۸۵۶	
–		۲۴۴۴	۲۱۳/۸۵۶	۱۰۰۰ ppm Ti	۱۷۴۲	۲۱۳/۵۸۶	
–		۱۷۳/۵	۲۱۳/۸۵۶	۱۰۰۰ ppm Cr	۱۷۴۲	۲۱۳/۵۸۶	

جدول ۴ـ شدت نشر عناصر مزاحم در اندازه گیری عنصر Zn

مزاحمت طیفی گزارش شده توسط شرکت وارین	حد تشخیص $ng.ml^{-1}$	شدت طیفی عناصر مزاحم	طول موج ماکزیمم خط طیفی (nm) عناصر مزاحم	غلظت عناصر مزاحم	شدت طیفی عنصر	طول موج (nm)	نام و غلظت عنصر اصلی
۱ ppm Zn		–	–	–	۳۰۶/۷	۲۰۶/۲۰۰	Zn II
BG	۲/۵	۸۶/۰۳	۲۰۶/۱۸۸	Blank Solution(BG)	۳۰۶/۷	۲۰۶/۲۰۰	1ppm
۱۰۰ppm Cr		۱۶۸/۶	۲۰۶/۱۸۷	۱۰۰ppm Cr	۳۰۶/۷	۲۰۶/۲۰۰	
		۹۰/۴۶	۲۰۶/۱۹۰	۱۰۰ppm Mn	۳۰۶/۷	۲۰۶/۲۰۰	
۱۰۰ppm Al		۴۱۷۱	۲۰۶/۱۸۳	۱۰۰ppm Al	۳۰۶/۷	۲۰۶/۲۰۰	
–		۱۸۳۹	۲۰۶/۲۰۴	۱۰۰۰ppm U	۳۰۶/۷	۲۰۶/۲۰۰	
–		۶۸۹/۷	۲۰۶/۲۰۲	۱۰۰۰ppm Mo	۳۰۶/۷	۲۰۶/۲۰۰	
–		۱۳۴۰	۲۰۶/۲۰۴	۱۰۰۰ppm Mg	۳۰۶/۷	۲۰۶/۲۰۰	
–		۸۰۳۱	۲۰۶/۱۹۹	۱۰۰۰ppm Ta	۳۰۶/۷	۲۰۶/۲۰۰	
		۱۱۷۳	۲۰۶/۲۰۸	۱۰۰۰ppm W	۳۰۶/۷	۲۰۶/۲۰۰	
–		۹۷۷۵۰	۲۰۶/۲۱۱	۱۰۰۰ppm v	۳۰۶/۷	۲۰۶/۲۰۰	
		۹۸/۶۸	۲۰۶/۱۸۹	۱۰۰۰ppm Tl	۳۰۶/۷	۲۰۶/۲۰۰	
		۸۶/۰۱	۲۰۶/۱۸۸	۱۰۰۰ppm Cu	۳۰۶/۷	۲۰۶/۲۰۰	

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

جدول ۵ـ شدت نشر عناصر مزاحم در اندازه گیری عنصر Zn

مزاحمت طیفی گزارش شده توسط شرکت warian	حد تشخیص $ng.ml^{-1}$	شدت طیفی عناصر مزاحم	طول موج خط طیفی (nm)	غلظت عناصر مزاحم	شدت طیف عنصر	طول موج (nm)	نام و غلظت عنصر اصلی
۱ ppm Zn		–	–	–	۳۵۴/۶	۲۰۲/۵۵۱	Zn II
BG	۲۵	۵۰/۰۰	۲۰۲/۵۳۵	Blank Solution(BG)	۳۵۴/۶	۲۰۲/۵۵۱	1 ppm
۱۰ppm Cu		۹۶۳/۸	۲۰۲/۵۳۹	۱۰۰ppm Cu	۳۵۴/۶	۲۰۲/۵۵۱	
۱۰۰ppm Cr		۷۳۰/۹	۲۰۲/۵۵۲	۱۰۰ppm Cr	۳۵۴/۶	۲۰۲/۵۵۱	
–		۶۵۱/۱	۲۰۲/۵۴۱	۱۰۰۰ppm U	۳۵۴/۶	۲۰۲/۵۵۱	
–		۲۴۸۲	۲۰۲/۵۷۵	۱۰۰۰ppm Mo	۳۵۴/۶	۲۰۲/۵۵۱	
–		۱۸۶/۱	۲۰۲/۵۳۳	۱۰۰۰ppm Mn	۳۵۴/۶	۲۰۲/۵۵۱	
۱۰ppm Mg		۱۱۰۵۰۰	۲۰۲/۵۷۲	۱۰۰۰ppm Mg	۳۵۴/۶	۲۰۲/۵۵۱	
–		۲۹۸/۴	۲۰۲/۵۴۱	۱۰۰۰ppm W	۳۵۴/۶	۲۰۲/۵۵۱	
–		۴۱۴۰۰	۲۰۲/۵۹۹	۱۰۰۰ppm Y	۳۵۴/۶	۲۰۲/۵۵۱	
–		۳۲۶۴	۲۰۲/۵۳۳	۱۰۰۰ppm Zr	۳۵۴/۶	۲۰۲/۵۵۱	
–		۵۹۳/۱	۲۰۲/۵۷۷	۱۰۰۰ppm Co	۳۵۴/۶	۲۰۲/۵۵۱	
–		۱۴۱۵۰	۲۰۲/۵۷۷	۱۰۰۰ppm Fe	۳۵۴/۶	۲۰۲/۵۵۱	
–		۲۲۸/۳	۲۰۲/۵۳۴	۱۰۰۰ppm Ti	۳۵۴/۶	۲۰۲/۵۵۱	
		۲۴۰/۷	۲۰۲/۵۰۶		۳۵۴/۶	۲۰۲/۵۵۱	

REFERENCES:

1- E. H. Van Veen, F. J. Oukes and M. T. C. DE Loos Voliebregt, Spectrochimica Acta,. Vol. 45 B. No. 10 1109 (1990).

2- A. R. Forster, T. A. Anderson, and M. L. Parsons, Applied Spectroscopy, 36 (5), 499 (1982).

3- N. Daskalova, S. VElichkov, N. Krasnobaeva and P. Slavova, Spectrochimica Acta 47B. No. 1, E 1595 (1992).

4- P. W. J., M. Boumans and J. J. A. . Spectrochim Acta 41B, 1109 (1990).

5- Zhuoyong zhang, Spectroscopy letters, 25

6- G. H. Morrison, Critical Reviews Ana (1979).

7- Bret M. Quencer and S. R. Crouch, Anal. 463 (1994).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]