

## طراحی حسگر گزینش پذیر فلورسانسی برای اندازه گیری یون نیکل

سید مرتضی حسینی<sup>۱\*</sup>، فرهنگ میزانی<sup>۲</sup> و مهدی مطلبی<sup>۳</sup>

۱- استادیار شیمی تجزیه، گروه مهندسی علوم زیستی، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- استادیار شیمی تجزیه، گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

۳- کارشناس ارشد شیمی تجزیه، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

دریافت: شهریور ۱۳۹۲، بازنگری: مهر ۱۳۹۲، پذیرش: آبان ۱۳۹۲

**چکیده:** در این پژوهش با استفاده از ترکیب ۲-(H-۱-بنزواپیدازول)-N-فنیل هیدرازین کربوتامید (L) یک حسگر نوری بسیار حساس به یون نیکل طراحی شده است. برهم کنش‌های متفاوت این ترکیب با یون‌های متفاوت در محلول استونیتریل: آب (۳۰ به ۷۰) ارزیابی شده و ثابت‌های تشکیل گزارش شده است که بیشترین ثابت تشکیل مربوط به یون نیکل است. این حسگر در گستره غلظتی  $۱۰^{-۷}$  تا  $۱۰^{-۵}$  M با حد تشخیص  $۱۰^{-۸}$  M به یون نیکل پاسخ می‌دهد و این حسگر گزینش پذیری بالایی نسبت به بقیه یون‌های تک ظرفیتی، دو ظرفیتی و سه ظرفیتی دارد. از این حسگر برای اندازه‌گیری یون نیکل در نمونه‌های حقیقی استفاده شده است.

**واژه‌های کلیدی:** نیکل، فلورسانس، حسگر، افزایشی، گزینش پذیری

### مقدمه

یا ترکیب‌های نیکل کم محلول در آب  $۱۰ \text{ mg/m}^3$  قرار گیرد، خطر ایجاد سرطان دستگاه تنفسی وجود دارد [۳ و ۴]. همچنین نیکل می‌تواند سبب ایجاد جهش ژنی شود و برخورد آن با پوست می‌تواند سبب ورم پوستی شود که مقدار حساسیت در زنان ۱۰٪ و در مردان ۲٪ است [۴]. مقدار مسمومیت زایی ترکیبات نیکل به مقدار حلالیت آن‌ها بستگی دارد. برای مثال، در مورد نمک قابل حل سولفات نیکل خوردن پنج گرم از آن باعث مرگ کودکان می‌شود. جالب است که داروهای به کار رفته برای درمان مسمومیت با نیکل، براساس عوامل کمپلکس دهنده با آن ساخته شده‌اند. برای مثال، سدیم دی اتیل دی تیوکاربامات داروی مؤثر در این زمینه به شمار می‌رود [۵]. به‌طور خلاصه کاربردهای اصلی نیکل عبارت‌اند از:

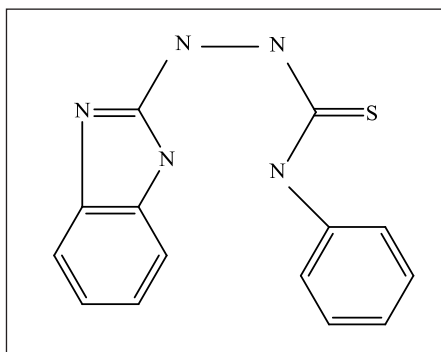
پیشرفت تمدن و افزایش مصرف فلزها باعث انتشار وسیع آن‌ها در محیط زیست می‌شود؛ به‌طوری‌که از راه‌های متفاوت وارد زنجیره غذایی می‌شوند و اثرهای ناخواسته‌ای را بر سلامت مصرف‌کنندگان می‌گذارند. نیکل از جمله فلزهایی است که بر اثر پیشرفت روز افزون صنایع وارد زندگی بشر شده است. با آزمایشاتی که در مورد تأثیر کمبود نیکل در مواد غذایی انجام شده، اثر خاصی از نیکل در بدن حیوانات گزارش نشده است [۱] و لی در گیاهان به ویژه سبزی‌ها، نیکل یک عنصر اساسی است. از طرفی در برخی گیاهان مثل تلخه و یونجه ایجاد سمیت می‌کند [۲].

بر اساس مطالعه‌های انجام شده در انسان، در صورتی که انسان در معرض ترکیب‌های نیکل محلول در آب، با غلظت  $۱ \text{ mg/m}^3$

تغییر در طیف فلورسانسی می‌شود [۱۴ و ۱۵].

بیشتر حسگرهای نوری با بیش از یک کاتیون برهم‌کنش دارند و تشکیل کمپلکس ممکن است به جای یک کاتیون با چندین نوع کاتیون باشد، و یک کمپلکس غیرگزینش‌پذیر تشکیل شود. در مورد کمپلکس گزینش‌پذیر، لیگاند با یکی از کاتیون‌ها نسبت به دیگران تمایل بیشتری به تشکیل کمپلکس دارد. البته گزینش‌پذیری به یک کاتیون را می‌توان با تنظیم pH و سایر متغیرها افزایش داد [۱۶].

در بسیاری از مقالات، حسگرهای فلورسانس که رفتار خاموشی را نشان می‌دهند، گزارش شده‌اند [۱۷]. بزرگ‌ترین مزیت استفاده از حسگرهای افزایش فلورسانسی، در مقایسه با حسگرهای فلورسانس خاموشی، سهولت اندازه‌گیری غلظت‌های کم نسبت به زمینه تاریک ناچیز است. در نتیجه علامت‌های مثبت کاذب را کاهش و حساسیت را افزایش می‌دهد. در مورد حسگر فلورسانسی برای نیکل، به‌ویژه با استفاده از روش افزایش فلورسانس، گزارش‌های کمی در مراجع علمی وجود دارد [۱۸]. برای مثال، گزارشی در مورد معرفی یک حسگر بسیار گزینشی نیکل بر اساس فلورویون‌گزین ۲-(۱-H-بنزوایمیدازول)-N-فنیل هیدرازین کربوتیامید (شکل ۱) ارایه شده است.



شکل ۱ ساختار لیگاند L

### بخش تجربی

مواد

نمک‌های فلزهای قلیایی، قلیایی خاکی، فلزهای واسطه و مواد شیمیایی مورد استفاده از شرکت‌های مرک و آلدریچ خریداری و

- به عنوان کاتالیست در هیدروژن دار کردن روغن مایع
- باطری‌های قابل شارژ نیکل - کادمیم
- به عنوان آند در آبکاری وسایل مقاوم به زنگ زدگی
- رسانای گرما در وسایل الکترونیک
- ساخت آلیاژ با فلزهای دیگر مانند آهن، مس، آلومینیوم، کروم و روی

گسترده‌گی کاربردهای نیکل موجب حضور نیکل در آب‌های محیطی است. روش‌هایی همچون طیف سنجی نوری مرئی-فرابنفش [۶ و ۷]، طیف‌سنجی جذب اتمی شعله‌ای (FAAS) [۸]، طیف سنجی جذب اتمی با کوره گرافیتی (GF AAS) [۹] روش‌های الکتروشیمیایی [۱۰]، طیف‌سنجی نشر اتمی پلاسما جفت شده القایی (ICP-AES) [۱۱] و طیف‌سنجی جرمی با پلاسما جفت شده القایی (ICP-MS) [۱۲] از جمله روش‌هایی هستند که به طور گسترده‌ای جهت اندازه‌گیری نیکل در نمونه‌های متفاوت به کار گرفته شده‌اند.

اثرهای نوری ترکیبات با روش‌های معمول مانند جذب، بازتاب، لومینسانس، ضریب شکست، حسگرهای نوری حرارتی و پخش نور اندازه‌گیری می‌شود.

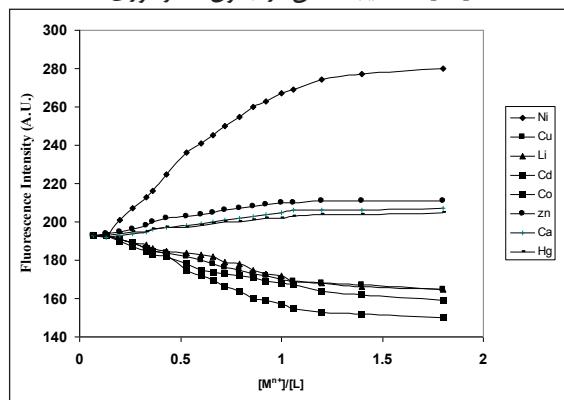
شناسایی و اندازه‌گیری کاتیون‌ها در روش‌های نوری به صورت غیر مستقیم است. در این روش‌ها از شناساگرهای کاتیونی مانند لیگاندها استفاده می‌شود. برهم‌کنشی که بین لیگاند و کاتیون روی می‌دهد باعث تغییر در طیف جذبی و فلورسانسی می‌شود، که مقدار این تغییرها به غلظت کاتیون وابسته است. بیشتر شناساگرها در برهم‌کنش با کاتیون‌ها با تغییر رنگ همراه هستند و ناپدید شدن یک نوار طیفی همزمان با آشکار شدن نوار طیفی دیگر است [۱۳].

شناساگرهای فلورسانسی بیشتر بر مبنای خاموش شدن (کاهش شدت طیف نشری) و روشن شدن (افزایش شدت طیف نشری) در برهم‌کنش با کاتیون همراه هستند. این شناساگرها از دو قسمت "دارای فلورسانس" و "یون‌گزین" تشکیل شده است که قسمت، یون‌گزین آن برای تشخیص کاتیون است. علامت تولید شده تحت کنترل کاتیون است و برهم‌کنش آن با یون‌گزین باعث

اولیه، تشکیل کمپلکس لیگاند با تعدادی یون فلزی در دمای  $25.0 \pm 0.1$  °C در محلول استونیتریل-آب (۳۰:۷۰) به روش اسپکتروفلوریمتری مورد مطالعه قرار گرفت. به این ترتیب که یک محلول ۳ mL از  $5 \times 10^{-6}$  M از لیگاند L در محلول استونیتریل-آب (۳۰:۷۰) با مقادیر میکرولیتری از محلول های  $1.0 \times 10^{-4}$  M یون های فلزی به روش اسپکتروفلوریمتری (در  $\lambda_{ex} = 298$  nm و  $\lambda_{em} = 352$  nm) بررسی شد.

به دلیل حضور اتم های نیتروژن در ساختار L به عنوان اتم های دهنده الکترون، شرایط تشکیل کمپلکس و ایجاد برهم کنش بین این اتم ها و یون های واسطه تسهیل می شود.

در این پژوهش نسبت مولی لیگاند به یون ها، با روش فلئورسانس محاسبه شد. بدین ترتیب که شدت فلئورسانس محلول  $10^{-6}$  M  $5 \times 10^{-4}$  M، که با نیکل ( $1.0 \times 10^{-4}$  M) تیترا شده بود، بر حسب نسبت مولی  $Ni^{2+}/L$  رسم شد. اطلاعات به دست آمده نشان دادند که این نسبت ۱:۱ است، که شاهدهی بر این نکته است که هر محلول L می تواند در نسبت مولی ۱:۱ با یون های متفاوت مطالعه شده، اشباع شود. نمودارهای شدت فلئورسانس - نسبت مولی به دست آمده در شکل ۲ نشان داده شده اند. همان طور که روشن است، در همه موارد، لیگاند یک کمپلکس ۱:۱ را در محیط استونیتریل-آب با یون های فلزی تشکیل می دهد. برای ارزیابی ثابت تشکیل کمپلکس ( $K_f$ ) به دست آمده از داده های شدت فلئورسانس بر حسب نسبت مولی، از یک برنامه منحنی غیرخطی با کمترین مجموع مربعات KINFIT استفاده شد [۱۹]. که نتیجه ها آن در جدول ۱ گردآوری شده اند.



شکل ۲ نمودارهای شدت فلئورسانس بر حسب نسبت مولی  $[M^{2+}]/[L]$  در محلول استونیتریل: آب (۳۰ به ۷۰) برای یون های فلزی متفاوت

بدون خالص سازی مورد استفاده قرار گرفتند. تمامی نمک های مورد استفاده از نوع نمک های کلریدی و نیتراتی آن مورد استفاده قرار گرفت که به خوبی در آب حل می شوند. استونیتریل و متانول از جمله حلال های آلی هستند که از شرکت مرک خریداری شدند.

#### دستگاه ها

طیف جذبی کمپلکس های فلزی حاصل از برهم کنش لیگاندهای باز شیف و کاتیون های عناصر واسطه و لاتانیدها با طیف سنج پریکن المر مدل لامبدا ۸۰۰ با پهنای شکاف: ۱ nm و سرعت اسکن ۴۰۰ (nm/min) نسبت به شاهد آب مقطر ثبت شد. بررسی های فلورسانس با استفاده از یک دستگاه اسپکتروفلوریمتر پریکن-المر LS50 انجام شد که طول سل کوارتزی مورد استفاده یک سانتی متر بود.

از دستگاه رزونانس مغناطیسی هسته ساخت شرکت واریان 400MHZ برای ثبت داده های  $^1H$ -NMR استفاده شده است.

#### سنتر لیگاند

۰.۰۱ مول فنیل ایزوتیوسیانات را با ۰.۰۱ مول ۲-هیدرازینیل-۱-بنزو ایمیدازول در حضور استیک اسید برای دو ساعت بازروانی شد. بعد از خارج ساختن حلال و سرد کردن، بلور زرد رنگی به دست آمد.

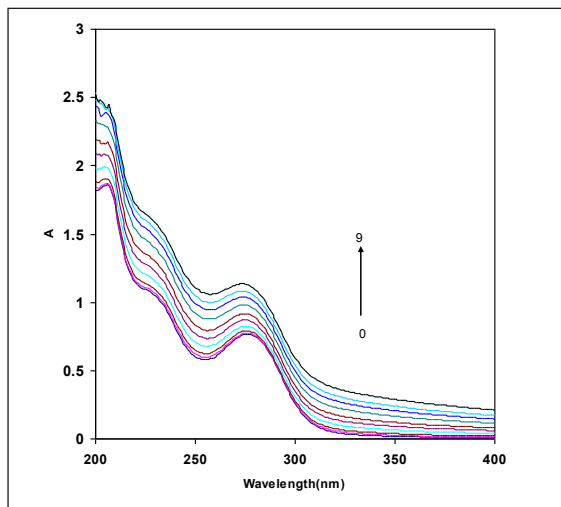
داده های NMR به دست آمده به صورت زیر هستند:

$^1H$  NMR (400MHz,  $CDCl_3$ ): 11.51 (s, 1H, NH), 11.33 (s, 1H, NH), 10.60 (s, 1H, NH), 9.21 (s, 1H, NH), 7.38-7.68 (m, 5H, Ph), 7.18-7.12 (m, 4H, Ar)  
 $^{13}C$  NMR (100MHz,  $CDCl_3$ ): 178.2, 142.4, 138.1, 136.2, 129.0, 128.9, 126.5, 122.8, 118.0.

#### نتیجه ها و بحث

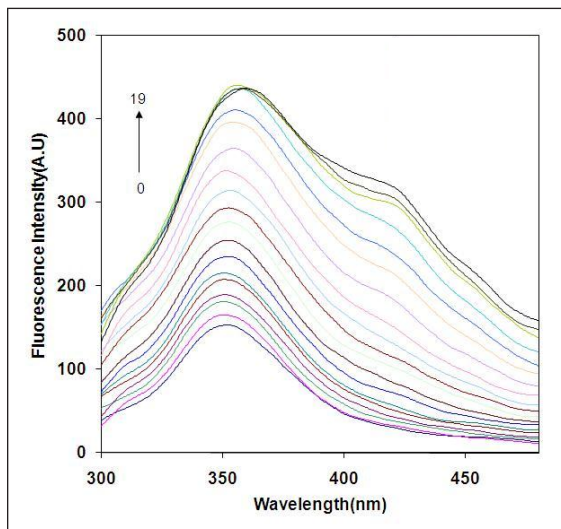
##### مطالعات اولیه

به منظور بررسی امکان استفاده از L به عنوان یک ترکیب فلئورسانس انتخاب گر برای یون نیکل، در آزمایش های



شکل ۳ طیف های UV-Vis تیتراسیون  $5 \times 10^{-5} M$  L با یون غلظت های متفاوت یون  $Ni^{2+}$ :

- ۰ (۰), ۱ ( $1.6 \times 10^{-6} M$ ), ۲ ( $4.5 \times 10^{-6} M$ ), ۳ ( $7.7 \times 10^{-6} M$ ), ۴ ( $1.6 \times 10^{-5} M$ ), ۵ ( $2.3 \times 10^{-5} M$ ), ۶ ( $3.4 \times 10^{-5} M$ ), ۷ ( $4.7 \times 10^{-5} M$ ), ۸ ( $5.9 \times 10^{-5} M$ ), ۹ ( $7.0 \times 10^{-5} M$ )



شکل ۴ طیف فلورسانسی لیگاند ( $5 \times 10^{-6} M$ ) در حضور غلظت های متفاوت یون های  $Ni^{2+}$ :

- ۰ (۰), ۱ ( $1.6 \times 10^{-7} M$ ), ۲ ( $4.5 \times 10^{-7} M$ ), ۳ ( $7.7 \times 10^{-7} M$ ), ۴ ( $1.6 \times 10^{-6} M$ ), ۵ ( $2.3 \times 10^{-6} M$ ), ۶ ( $3.4 \times 10^{-6} M$ ), ۷ ( $4.7 \times 10^{-6} M$ ), ۸ ( $5.9 \times 10^{-6} M$ ), ۹ ( $7.0 \times 10^{-6} M$ ), ۱۰ ( $8.1 \times 10^{-6} M$ ), ۱۱ ( $9.4 \times 10^{-6} M$ ), ۱۲ ( $1.1 \times 10^{-5} M$ ), ۱۳ ( $1.2 \times 10^{-5} M$ ), ۱۴ ( $1.6 \times 10^{-5} M$ ), ۱۵ ( $1.9 \times 10^{-5} M$ ), ۱۶ ( $2.5 \times 10^{-5} M$ ), ۱۷ ( $3.5 \times 10^{-5} M$ ), ۱۸ ( $4.5 \times 10^{-5} M$ ) .

جدول ۱ ثابت های تشکیل کمپلکس های  $L-M^{n+}$  با استفاده از برنامه KINFIT

یون	Log $K_f$
$Ni^{2+}$	$6.22 \pm 0.21$
$Cu^{2+}$	$3.71 \pm 0.13$
$Li^+$	$1.42 \pm 0.31$
$Cd^+$	$3.19 \pm 0.31$
$Co^{2+}$	$2.36 \pm 0.32$
$Zn^{2+}$	$2.06 \pm 0.35$
$Ca^{2+}$	$1.91 \pm 0.36$
$Hg^{2+}$	$3.91 \pm 0.36$

همان گونه که مشاهده می شود در محلول استونیتریل پایداری کمپلکس های L با یون های فلزی به ترتیب زیر کاهش می یابد:  $Ni^{2+} > Hg^{2+} > Cd^{2+} > Cu^{2+} > Co^{2+} > Zn^{2+} > Ca^{2+} > Li^{2+}$  لذا براساس پایداری های نسبی کمپلکس های به دست آمده، انتظار می رود که مولکول L به عنوان یک فلوروفلوروفور انتخابی در تهیه یک حسگر گزینش پذیر برای  $Ni(II)$  عمل کند.

#### تیتراسیون UV-Vis

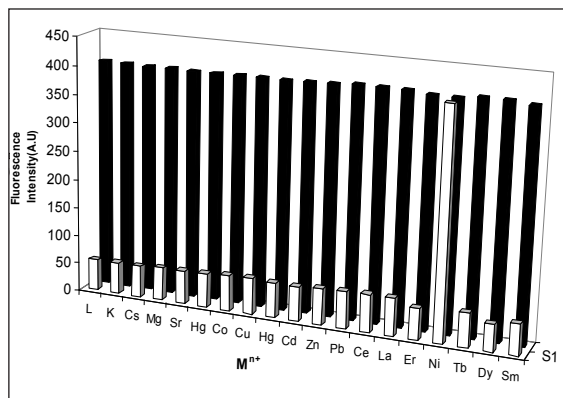
افزون بر بررسی کمپلکس سنجی، روش UV-Vis، برای تایید امکان وجود برهم کنش بین یون نیکل و L با تیتراسیون طیفسنجی انجام گرفت، به این ترتیب که یک محلول ۳ میلی لیتر از  $5 \times 10^{-5} M$  از لیگند L در استونیتریل با مقدارهای میکرولیتری از محلول های  $1.0 \times 10^{-3} M$  یون نیکل تیترو شدت های جذب اندازه گیری شد. شکل ۳ نشان دهنده افزایش شدت جذب لیگاند در اثر برهم کنش با یون نیکل است.

#### اندازه گیری های فلورسانسی

برهم کنش لیگاند فوق با یون نیکل با روش طیفسنجی فلورسانس بررسی شد. سه میلی لیتر از محلول لیگاند L به غلظت  $5 \times 10^{-6}$  در محلول استونیتریل: آب به نسبت ۳۰ به ۷۰ داخل ظرف نمونه فلورسانسی ریخته شد. این محلول با محلول استاندارد یون نیکل تیترو شد و شدت فلورسانس آن با دستگاه طیفسنج فلورسانس ثبت شد. شدت نشر در طول موج برانگیختگی ۲۹۷ nm اندازه گیری شد و پهنای نوار طیفی برای نشر و برانگیختگی ۵ nm قرار

گزینه‌پذیر حسگر مورد نظر برهم‌کنش کاتیون‌های فلزی دیگر بررسی شده است. اثر کاتیون‌های فلزی متفاوت بر رفتار فلورسانس L در شکل ۶ نشان داده شده است. تغییرهای قابل توجهی در شدت فلورسانس حتی وقتی معادل دو برابر از سایر یون‌های فلزی مورد استفاده قرار گرفت مشاهده نشد.

برای بررسی کاربرد عملی از L به عنوان حسگر شیمیایی فلورسانسی گزینه‌پذیر نیکل، آزمایش‌های رقابتی در حضور ۳۰ μmol/L از کاتیون‌های متفاوت با افزودن ۳۰ μmol/L نیکل بررسی شد. افزایش در شدت فلورسانس ناشی از نیکل با افزودن مقادیر کمی کاتیون‌های یک ظرفیتی، یون‌های فلزی دو ظرفیتی و یون‌های سه ظرفیتی تحت تأثیر کمتر از ±۵ (آستانه تحمل) قرار گرفت.



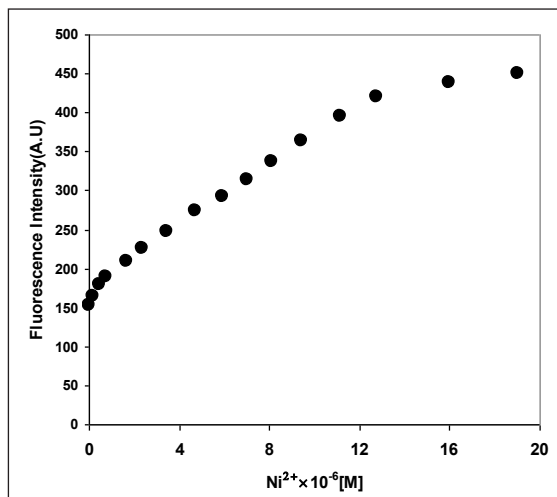
شکل ۶ نمودار ستونی پاسخ فلورسانسی برای لیگاند، لیگاند در حضور کاتیون‌های متفاوت (□) و لیگاند در حضور کاتیون‌های متفاوت بعد از افزودن نیکل (■)

#### کاربرد تجزیه‌ای

گزینه‌پذیری بالای حسگر نیکل آن را برای اندازه‌گیری غلظت‌های کم این عنصر در نمونه‌های متفاوت آب مناسب می‌کند. ده نمونه آب (آب چاه و آب رودخانه) در ۲۵ میلی‌لیتر محلول استونیتریل-آب در غلظت‌های متفاوت از یون نیکل افزوده شده به آن رقیق‌سازی شد. حسگر مورد نظر برای اندازه‌گیری یون نیکل با استفاده از منحنی استاندارد به کار رفت. نتیجه‌های به دست آمده در جدول ۲ ارائه شده است.

داده شد. طیف نشری فلورسانس در گستره بین ۳۰۰ تا ۴۸۰ nm قرار دارد و افزایش یون نیکل به L باعث افزایش شدت فلورسانس شده و در مقادیر بیشتری یون نیکل یک جابه‌جایی پیک از ۳۶۲ به ۴۲۱ nm مشاهده شده است. شکل ۴ عبور پرتو فرابنفش از محلول لیگاند آزاد و کمپلکس مؤید آن است که شدت فلورسانس در حضور نیکل افزایش می‌یابد و رنگ آن تغییر می‌کند. نشر فلورسانس کمپلکس نیکل نسبت به لیگاند آزاد حدود ۴ برابر زیاد می‌شود.

منحنی استاندارد حسگر نیکل در شکل ۵ نشان داده شده است. این حسگر در محدوده غلظت نیکل در گستره  $10^{-7}$  تا  $1.6 \times 10^{-5}$  تا  $1.2 \times 10^{-5}$  خطی است. معادله وایزش برابر است با  $(R^2 = 0.997)$   $\Delta F = 20.3 \times 10^6 C + 170.5$  (که  $\Delta F$  تغییر شدت و C غلظت است). حد تشخیص این حسگر بر اساس سه برابر انحراف استاندارد نمونه شاهد (۳δ)  $7.9 \times 10^{-8}$  مولار است و نشر حسگر در زمان‌های متفاوت برای دوره ۱۲ ساعت فقط ۱.۲٪ انحراف دارد. زمان پاسخ دهی حسگر سریع (کمتر از ۳۰ ثانیه) است.



شکل ۵ منحنی استاندارد حسگر نیکل

#### گزینه‌پذیری

رفتار گزینه‌پذیر حسگر شیمیایی فلورسانسی یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های آن است، که نشان می‌دهد پاسخ حسگر نسبت به یون مورد نظر تا چه حد بیش از یون‌های دیگر است. برای بررسی

مقایسه این حسگر نیکل با دیگر حسگرهای فلورسانسی نیکل بررسی شده است که ویژگی‌های این حسگرها در جدول ۳ ارایه شده است. افزون بر فلورسانس افزایشی این حسگر نسبت به مورد های ۱۶، ۱۸ و ۱۹ که یک مزیت برای این حسگر به شمار می‌رود و مطابق نتیجه‌های جدول، حد تشخیص این حسگر از حسگرهای ارایه شده پایین تر بوده و برای این حسگر مزاحمتی مشاهده نشده است.

جدول ۲ مقدارهای اندازه‌گیری شده یون نیکل در نمونه‌های حقیقی

نمونه	نیکل افزوده شده (ppm)	یافت شده توسط حسگر (ppm)	خطای نسبی (%)
آب شیر	۱۰	$(9.2 \pm 0.2)$	۸,۰
	۵	$(5.3 \pm 0.2)$	۶,۰
آب رودخانه	۱۰	$(10.7 \pm 0.3)$	۷,۰
	۵	$(5.2 \pm 0.2)$	۴,۰

جدول ۳ مقایسه ویژگی‌های حسگر نیکل طراحی شده در این کار پژوهشی با دیگر حسگرهای ارایه شده

مرجع	روش اندازه گیری	گستره خطی	حد تشخیص	مزاحمت‌ها
۲۰	فلورسانس - خاموش کننده	$2.38 \times 10^{-6} - 5.48 \times 10^{-5} M$	گزارش نشده	کبات
۲۱	فلورسانس - افزایشی	$2.0 \times 10^{-6} - 1.0 \times 10^{-4} M$	گزارش نشده	مس و آهن
۲۲	فلورسانس - خاموشی	$1.7 \times 10^{-6} - 1.7 \times 10^{-5} M$	$1.2 \times 10^{-7} M$	آهن - کروم - کبات
۲۳	فلورسانس - خاموشی	گزارش نشده	$4.0 \times 10^{-6} M$	کبات
حسگر طراحی شده در این پژوهش	فلورسانس - افزایشی	$1.2 \times 10^{-5} - 1.6 \times 10^{-7} M$	$7.9 \times 10^{-8} M$	بدون مزاحمت

## مراجع

- [1] Coogan, T.P.; Latta, D.M.; Snow, E.T.; Costa, M.; CRC Crit. Rev. Toxicol., 19, 341-384, 1989.
- [2] Faraga, M.E.; Cole, M.M.; Nickel-its Role in Biology, Singel, H.; Sige A.; eds, Marcel Dekker, New York; 23, 47-90, 1988.
- [3] Doll, R.; Sunderman, F.W.; Jr., IARC-Sci Pub.; 53, 3-21, 1984.
- [4] Doll, R.; Scand. J. Work Environ. Health, 16, 1-82, 1990.
- [5] ECETOC Technical Report No.33, Nickel and compounds. Reviews of toxicological epidemiology with special reference to carcinogens, European Chemical Industry Ecology, Toxicology center, Brssels; 1989.
- [6] Zincheng, S.; Acute Nickel Cartonyl poisoning, a report of 179 cases, Br. J. Ind. Med., 63, 422-424, 1989.
- [7] Robisch, G.; Schober, W.; Dietel., R.; I.B.I.D., 79, 77-81, 1983.
- [8] Singh, R.B.; Garg, B.S.; Singh, R.P.; Talanta, 25, 619-632, 1978.
- [9] Taher, M.A.; J. Anal. Atom. Spectrom., 15, 573-576, 2000.
- [10] Feuerstein, M.; Schlemmer, G.; Atom. Spectrosc., 20, 149-154, 1999.
- [11] Gunkel, P.; Fabra, B.; Prado, G.; Baliteau, J.Y.; Anal. Chim. Acta, 27, 823-828, 1999.
- [12] Lan, C.R.; Yang, M.H.; Anal. Chim. Acta, 287, 111-118, 1994.
- [13] Lakowicz, J.R.; Principles of Fluorescence Spectrometry, 3rd edition, 2006.
- [14] Basabe-Desmots, L.; Reinhoudt, D.N.; Crego-Calama, M.; Chem. Soc. Rev., 36, 993-1017, 2007.
- [15] Stich, M.I.J.; Fischer L.H.; Wolfbeis, O.S.; Chem. Soc. Rev., 39, 3102-3114, 2010.
- [16] Hiraide, M.; Wasawa, J.I.; Kawaguchi, H.;

- Talanta, 44, 231-237, 1997.
- [17] Ganjali, M.R.; Hosseini, M.; Ghafarloo, A.; Khoobi, M.; Faridbod, F.; Shafiee, A.; Norouzi, P.; Mater. Sci. Eng. C., 33, 4140–4143, 2013.
- [18] Ganjali, M.R.; Hosseini, M.; Hariri, M.; Faridbod, F.; Norouzi, P.; Sens. Actuators B., 141, 90–96, 2009.
- [19] Dye, J.L.; Nicely, V.A.; J. Chem. Educ., 48, 443-447, 1971.
- [20] Moro, A.V.; Ferreira, P.C.; Migowski, P.; Rodembusch, F.S.; Dupont, J.; Udtke, D.S.L.; Tetrahedron, 69, 201-220, 2013.
- [21] Dodani, S.C.; He, Q.; Chang, C.J.; J. Am. Chem. Soc., 131, 18020–18021, 2009.
- [22] Adewuyi, S.; Ondigo, D.A.; Zuggle, R.; Tshentu, Z.; Nyokong, T.; Torto, N.; Anal. Met., 4, 1729–1735, 2012.
- [23] Wang, L.; Yu, M.; Liu, Z.; Zhao, W.; Li, Z.; Ni, Z.; Li, C.; Wei, L.; New J. Chem., 36, 2176–2179, 2012.

## Design and construction of a fluorescence chemosensor for the selective detection of nickel

M. Hosseini<sup>1,\*</sup>, F. Mizani<sup>2</sup> and M. Motalebi<sup>3</sup>

1. Assistant Prof. of Analytical Chemistry, Department of Life Science Engineering, Faculty of New Sciences & Technologies, University of Tehran, Tehran, Iran
2. Assistant Prof. of Analytical Chemistry, Department of Chemistry, Faculty of Science, Payame Noor University, Tehran, Iran
3. MSc in Analytical Chemistry, Faculty of Science, Payame Noor University, Tehran, Iran

Received: November 2012, Revised: January 2013, Accepted: March 2013

**Abstract:** A new fluorogenic method for the selective and sensitive determination of nickel using 2-(1-H-benzo[d]imidazol-2-yl)-N-phenylhydrazinocarbothioamide(L) was developed. The fluorescent probe undergoes fluorescent emission intensity enhancement upon binding to nickel ions in CH<sub>3</sub>CN/H<sub>2</sub>O (70:30, v/v) solution. The fluorescence enhancement of L is attributed to the 1:1 complex formation between L and Ni<sup>2+</sup>, which has been utilized as the basis for selective detection of Ni<sup>2+</sup>. Under the optimum condition described, the fluorescence enhancement at 352 nm is linearly related to the concentration of nickel in the range of 1.2×10<sup>-5</sup> to 1.6×10<sup>-7</sup> M and a detection limit of 7.9×10<sup>-8</sup> M. The fluorescent probe exhibits high selectivity for Ni<sup>2+</sup> ion over the other common mono, di-and trivalent cations.

**Keywords:** Nickel, Fluorescence, Sensor, Enhance, Selectivity