بسم اللّه الرحمن الرحيم

# فهرست مطالب


فهرست تصاویر ۳

فهرست جداول ۱

مقدمه ۳

فصل اول: عنوان فصل اول ۵

۱ـ۱ـ بخش اول ۶

۱ـ۱ـ۱ـ زیربخش اول ۶

۱ـ۱ـ۱ـ۱ـ زیرزیربخش اول ۶

۱ـ۲ـ نمونه جدول و شکل ۶

فصل دوم: عنوان فصل دوم ۷

فصل سوم: عنوان فصل سوم ۸

# فهرست تصاویر

۱ـ۱ـ نمونه شکل . . . . . ۶

# فهرست جداول

۱ـ۱ـ نمونه جدول . . . . . ۶

# مقدمه

دستگاه معادلات خطی تنک بزرگ[1] و یا مسایل مقدار ویژه ماتریس تنک بزرگ[2]، بیشترین کاربرد را در علوم و مهندسی دارند. برای مثال، گسسته سازی معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزیی با روش اجزای محدود و یا روش تفاضل متناهی اغلب منجر به چنین مسایلی می‌شوند. دستگاه معادلات خطی تنک بزرگ معمولا با دو دسته روش بررسی می‌شوند.

روش‌های مربوط به دسته اول، روش‌های مستقیم تنک نام دارند که در حقیقت گونه‌هایی از روش حذفی گاوس هستند. این روش‌ها از یک طرف، راه کارهایی را برای جایگشت معادلات و مجهولات به منظور یک تجزیه پایدار LU و پرشدگی کوچک در عوامل مثلثی ارایه می‌دهند، و از طرف دیگر با سازماندهی مناسب اطلاعات و محاسبات موجب استفاده بهینه از امکانات سخت افزاری، که امروزه اغلب شامل رایانه های موازی هستند، می‌شوند. امروزه، این روش‌ها از محبوبیت زیادی برخوردار شده‌اند به طوری که این روش ها با استفاده از پیش شرط‌های گوناگون، کارایی خیلی خوبی از خود نشان داده‌اند.

دسته دوم، روش های تکراری هستند. روش‌های تکراری که امروزه برای حل دستگاه‌های معادلات خطی تنک بزرگ استفاده می‌شوند، اغلب روش‌های زیر فضای کرایلف و یا گونه‌های پیش شرط ساز آن‌ها هستند. روش های زیر فضای کرایلف یکی از قدرتمندترین روش های تکراری برای حل دستگاه معادلات خطی تنک بزرگ هستند. ویژگی‌های شاخص این روش ها از قبیل حجم ذخیره سازی پایین و جواب تقریبی خوب باعث شده‌اند که این روش‌ها از مقبولیت بسیار گسترده‌ای در میان گرایش‌های مختلف علوم و مهندسی برخودار شوند. کارایی روش‌های زیر فضای کرایلف به اندازه‌ای است که با توجه به اهمیت توسعه و تحقق یافتن علوم و مهندسی در قرن بیستم، این روش‌ها به عنوان یکی از ده الگوریتم برتر در میان روش های عددی قرن بیستم و البته تا به امروز شناخته شده‌اند.

از میان روش‌هایی که به منظور افزایش سرعت همگرایی روش‌های زیرفضای کرایلف استفاده می‌شوند، می‌توان به روش‌های کاهشی و افزایشی اشاره کرد. در روش‌های کاهشی، یک عملگر

---

[1] large sparse linear system of equations

[2] large sparse matrix eigenvalue problems

تصویر مناسب (حداقل به صورت ضمنی) در دستگاه مورد نظر ضرب می‌شود و هدف کلی حذف کردن عواملی است (مانند مقادیر ویژه کوچک) که سرعت همگرایی را کاهش می‌دهند. در روش‌های افزایشی، فضای جستجوی روش زیرفضای کرایلف توسط یک فضای مناسب وسیع می‌شود و هدف کلی اضافه کردن اطلاعاتی از مسئله به فضای جستجو است. به علاوه اینکه، این امکان وجود دارد که تکنیک‌های کاهشی و افزایشی بطور همزمان در یک روش زیرفضای کرایلف ترکیب شوند. در این حالت، زیرفضای جستجو روش زیرفضای کرایلف به صورت زیر خواهد بود:

$$\mathcal{S}_n = \mathcal{U} + \tilde{\mathcal{K}}_n,$$

که $\mathcal{U}$ فضای افزایشی و $\tilde{\mathcal{K}}_n$ زیرفضای کرایلف کاهشی می‌باشد.

فصل اول

# مقدمه ای بر لاتک

این یک فصل است.

## ۱-۱- بخش اول

این یک بخش است.

### ۱-۱-۱- زیربخش اول

این یک زیربخش است.

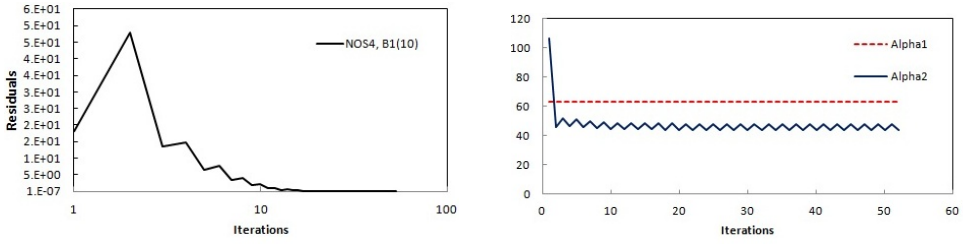
#### ۱-۱-۱-۱- زیرزیربخش اول

این یک زیرزیربخش است.

## ۱-۲- نمونه جدول و شکل

**جدول ۱-۱-** نمونه جدول

| $(A,B)$ | | | G-OR-L(3) | G-MR-L(3) |
|---|---|---|---|---|
| $(A_1,B_1)$ | $n=2000, s=100$ | باقیمانده | 5.1214e-008 | 5.1342e-008 |
| | $\kappa_2(A)=1.5$ | تعداد تکرارها | 6 | 6 |
| | $\kappa_2(B)=1.4997$ | زمان اجرایی (ثانیه) | 2.75 | 2.17 |




**شکل ۱-۱-** نمونه شکل

فصل دوم

# عنوان فصل دوم

فصل سوم

# عنوان فصل سوم