دانشکده فنی

گروه مهندسی برق

گرایش قدرت

بررسی الگوریتم‌های تکاملی جدید برای ارایه یک روش بهینه در حل مسئله *PBUC*

از

مجتبی جباری قادی

استاد راهنما

دکتر آلفرد باغرامیان

استاد مشاور

دکتر حامد مجللی

بهمن 1391

... لحظه‌ها در گذرند

آنچه بگذشت نمی آید باز

لحظه‌ای هست

که هرگز نتوان شد تکرار

آنچه می‌ماند

از این جهد به جایی

یادگاری است به بلندای خیال...

تقدیم به :

پدرم

آنکه وسعت گذشت و فداکاریش به وسعت آسمان است و من هر چه دارم از سایه پر مهر و محبت اوست.

مادرم

به تکیه‌گاه رنجها ، به سنگ صبور لحظه هایم ، به آنکه با چهره مهربان و دوست داشتنی همواره در بدترین لحظات عمرم آرامبخش روح بی قرارم شد.

تقدیر و تشکر

منت خدای را که توفیق آشکار و نهانش یاری کرد تا این خدمت ناچیز سامان یافت.

و با تشکر و قدردانی از همکاری صمیمانه اساتید بزرگوارم

«جناب آقای دکتر آلفرد باغرامیان»

و

«جناب آقای دکتر حامد مجللی»

که شخصیت منحصر به‌فرد و دلسوزانه‌شان در تمامی مراحل این پایان‌نامه راهبرم بود.

فهرست مطالب

فهرست جداول ..... **خ**

فهرست شکل‌ها ..... **ذ**

فهرست علائم و اختصارات ..... **ژ**

چکیده ..... **ص**

چکیده لاتین ..... **ض**

1 مقدمه 1

2 نگاهی کلی به بازار در سیستم‌های قدرت الکتریکی 4

2-1 مقدمه 5

2-2 ساختار و بهره‌برداری بازار 6

2-2-1 اهداف بهره‌برداری بازار 6

2-2-2 مدل‌های بازار برق 7

2-2-3 ساختار بازار 9

2-2-3-1 عناصر شرکت‌کننده در بازار 9

2-2-4 انواع بازار توان 14

2-2-4-1 بازارهای انرژی، خدمات جانبی و انتقال 14

2-2-4-2 بازارهای پیشرو و زمان– حقیقی 17

2-3 جمع‌بندی 18

3 مسئله مشارکت واحدها و روش‌های‌حل 19

3-1 معرفی 20

3-2 فرمول‌بندی مسئله PBUC 23

3-3 تکنیک‌های حل مسئله مشارکت واحدها 25
1-3-3 تکنیک‌های حل قطعی 26
1-1-3-3 لیست اولویت 27
2-1-3-3 روش برنامه‌ریزی عدد صحیح/ مختلط عدد صحیح 28
3-1-3-3 برنامه‌نویسی دینامیکی و خطی 29
4-1-3-3 روش حد و شاخه 34
5-1-3-3 آزادسازی لاگرانژ 35
6-1-3-3 تکنیک تجزیه 42
2-3-3 تکنیک‌های فرا اکتشافی 45
1-2-3-3 سیستم‌های خبره 46
2-2-3-3 شبکه‌های عصبی مصنوعی 46
3-2-3-3 تکنیک منطق فازی 47
4-2-3-3 الگوریتم ژنتیک 48
5-2-3-3 برنامه‌نویسی تکاملی 49
6-2-3-3 الگوریتم پخت فلزات 49
7-2-3-3 الگوریتم جستجوی ممنوع 49
8-2-3-3 تکنیک‌های ترکیبی 50
4-3 مشارکت واحدها در بازار رقابتی 52
5-3 جمع‌بندی 55

4 الگوریتم‌های بهینه‌سازی مبتنی بر دانش ابتکاری 56
1-4 مقدمه‌ای بر الگوریتم‌های تکاملی 57
2-4 الگوریتم رقابت استعماری کلاسیک 58

4-2-1 الگوریتم رقابت استعماری در یک نگاه 58
4-2-2 الگوریتم رقابت استعماری 60
4-2-2-1 شکل‌دهی امپراطوری‌های اولیه 62
4-2-2-2 مدل‌سازی سیاست جذب: حرکت مستعمره‌ها به سمت امپریالیست 65
4-2-2-3 جابجایی موقعیت مستعمره و امپریالیست 67
4-2-2-4 قدرت کل یک امپراطوری 68
4-2-2-5 رقابت استعماری 68
4-2-2-6 سقوط امپراطوری‌های ضعیف 71
4-2-2-7 همگرایی 72
4-3 الگوریتم ترکیبی DGEA-ICA پیشنهادی 73
4-4 جمع‌بندی 74

5 روش پیشنهادی و مطالعه موردی 76
5-1 مقدمه 77
5-2 برنامه‌ریزی مبتنی بر سود مشارکت واحدهای حرارتی 78
5-2-1 سیستم‌های مورد مطالعه 79
5-2-1-1 سناریو1 (سیستم نمونه I) 79
5-2-1-2 سناریو2 (سیستم نمونه II) 80
5-2-2 شبیه‌سازی الگوریتم پیشنهادی و نتایج 82
5-2-2-1 ساختار روش پیشنهادی 82
5-2-2-2 کنترل قیود 84
5-2-2-3 تعیین پارامترهای الگوریتم 85
5-2-2-4 روش پیشنهادی کدگذاری کشورها 89

5-2-2-5 شبیه‌سازی و نتایج 92
3-5 پیش‌بینی توان کوتاه‌مدت و خیلی کوتاه‌مدت یک مزرعه بادی به‌وسیله روش ترکیبی ICA-NN 97
1-3-5 جایگاه تولید توان بادی در ساختار سیستم‌های قدرت 97
1-1-3-5 انرژی بادی 97
2-1-3-5 اهمیت مسئله و چالش‌ها 98
3-1-3-5 روش‌های حل مسئله پیش‌بینی توان بادی 98
2-3-5 داده‌های ورودی سیستم پیش‌بینی توان 99
1-2-3-5 سیستم آنلاین اسکادا 99
2-2-3-5 مدل پیش‌بینی عددی جو (NWP) 100
3-3-5 چهارچوب تکنیک ترکیبی پیشنهادیICA-MLP 100
1-3-3-5 ساختار روش پیشنهادی 100
2-3-3-5 شبکه عصبی پرسپترون چند لایه 101
3-3-3-5 الگوریتم رقابت استعماری 102
4-3-3-5 روش بهینه‌سازی پیشنهادی وزن‌های ICA –MLP 102
4-3-5 مطالعه موردی و نتایج 103
4-5 مشارکت مبتنی بر سود واحدها با حضور منابع تولید پراکنده بادی 106
1-4-5 سیستم‌های مورد مطالعه 107
2-4-5 فرمول‌بندی مسئله مشارکت واحدها با حضور نیروگاه بادی 108
3-4-5 الگوریتم رقابت استعماری 109
4-4-5 مدیریت ریسک 109
5-4-5 شبیه‌سازی روش پیشنهادی و نتایج 110
5-5 جمع‌بندی 112

6 نتایج و پیشنهادها 113
6-1 نتایج 114
6-2 پیشنهادها 115
مراجع 116

فهرست جداول

جدول 5-1 مشخصات سیستم قدرت با 3 واحد تولیدی حرارتی (*GENCO 1*) 79

جدول 5-2 مشخصات تقاضای توان و قیمت توان تولیدی در 12 ساعت آینده 79

جدول 5-3 مشخصات سیستم قدرت با 10 واحد تولیدی حرارتی (*GENCO 2*) 81

جدول 5-4 مشخصات تقاضای توان و قیمت توان تولیدی در 24 ساعت شبانه روز 81

جدول 5-5 متغیرهای خروجی جدول زمان‌بندی تولید 84

جدول 5-6 مقادیر بهینه ضرایب تخطی α 85

جدول 5-7 مقادیر پارامترهای اولیه*ICA* 86

جدول 5-8 پیکربندی یک کشور برای یک سیستم با 10 واحد تولیدی و جدول زمان‌بندی مشارکت واحدها برای 24 ساعت ... 91

جدول 5-9 پاسخ بهینه اجرای *ICA* برای مسئله برنامه‌ریزی *PBUC* (سناریو 1) 93

جدول 5-10 پاسخ بهینه اجرای *ICA* برای مسئله برنامه‌ریزی *PBUC* (سناریو 2) 93

جدول 5-11 پاسخ بهینه اجرای *DGEA- ICA* برای مسئله برنامه‌ریزی *PBUC* (سناریو 2) 94

جدول 5-12 مقایسه پاسخ‌های *PBUC* 94

جدول 5-13 مقایسه سود روش پیشنهادی با بهترین روش حاضر 95

جدول 5-14 پارامترهای اولیه *ICA* در الگوریتم ترکیبی *MLP-ICA* 102

جدول 5-15 میزان *RMSE* خطای پیش‌بینی 106

جدول 5-16 مشخصات تقاضای توان و قیمت توان تولیدی در 24 ساعت شبانه روز 107

جدول 5-17 مشخصات سیستم قدرت با 5 واحد تولیدی حرارتی 108

جدول 5-18 مشخصات توان پیش‌بینی شده برای واحد بادی 108

جدول 5-19 پارامترهای اولیه *ICA* در روش پیشنهادی 109

جدول 5-20 حل نهایی مسئله *PBUC* با حضور نیروگاه بادی 111

جدول 5-21 ریسک در سطوح متفاوت خطا 111

فهرست شکل‌ها

شکل 2-1 بهره‌برداری بازار برق تجدید ساختار شده 7

شکل 4-1 شمای کلی الگوریتم رقابت استعماری 59

شکل 4-2 حرکت مستعمرات به سمت امپریالیست (سیاست جذب) 59

شکل 4-3 فلوچارت الگوریتم پیشنهادی 61

شکل 4-4 اجزای اجتماعی سیاسی تشکیل‌دهنده یک کشور 62

شکل 4-5 چگونگی شکل‌گیری امپراطوری‌های اولیه 65

شکل 4-6 شمای کلی حرکت مستعمرات به سمت امپریالیست 66

شکل 4-7 حرکت واقعی مستعمرات به سمت امپریالیست 67

شکل 4-8 تغییر جای استعمارگر و مستعمره 68

شکل 4-9 کل امپراطوری، پس از تغییر موقعیت‌ها 68

شکل 4-10 شمای کلی رقابت استعماری 69

شکل 4-11 سقوط امپراطوری ضعیف 71

شکل 4-12 شبه‌کد مربوط به الگوریتم رقابت استعماری 72

شکل 4-13 نمایشی برای موقعیت بعدی مستعمره 74

شکل 5-1 منحنی تقاضای توان برای 12 ساعت آینده 80

شکل 5-2 منحنی پیش‌بینی قیمت در افق 12 ساعت *UC* 80

شکل 5-3 منحنی تقاضای توان برای 24 ساعت آینده 82

شکل 5-4 منحنی پیش‌بینی قیمت در افق 24 ساعت *UC* 82

شکل 5-5 فلوچارت الگوریتم پیشنهادی برنامه‌ریزی مشارکت واحدها 83

شکل 5-6 منحنی میانگین سود به‌ازای تعداد مختلف کشورهای اولیه (سناریو اول) 87

شکل 5-7 منحنی میانگین سود به‌ازای تعداد مختلف کشورهای اولیه (سناریو دوم) 87

شکل 5-8 تعداد جمعیت اولیه در مقابل زمان اجرای برنامه (سناریو 1) 88

شکل 5-9 تعداد جمعیت اولیه در مقابل زمان اجرای برنامه (سناریو 2) 88

شکل 5-10 سیکل‌های بهره‌برداری بار پایه، میان باری، بار پیک 92

شکل 5-11 درآمد، هزینه تولید و سود بکارگیری الگوریتم *ICA* پیشنهادی در سناریو 1 95

شکل 5-12 درآمد، هزینه تولید و سود بکارگیری الگوریتم*ICA* پیشنهادی در سناریو 2 96

شکل 5-13 مقایسه توان توزیع‌شده به‌وسیله *PBUC* و بار پیش‌بینی شده 96

شکل 5-14 مدل پیش‌بینی توان مزرعه بادی به‌کمک روش *ICA-NN* 101

شکل 5-15 شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه 102

شکل 5-16 الگوریتم پیش‌بینی *ICA-NN* 103

شکل 5-17 توزیع خطای نرمالیزه شده برای پیش‌بینی 3 ساعت آینده 104

شکل 5-18 پیش‌بینی توان بادی برای 3 ساعت آینده 104
شکل 5-19 توزیع خطای نرمالیزه شده برای پیش‌بینی 6 ساعت آینده 104
شکل 5-20 پیش‌بینی توان بادی برای 6 ساعت آینده 104
شکل 5-21 توزیع خطای نرمالیزه شده برای پیش‌بینی 12 ساعت آینده 105
شکل 5-22 پیش‌بینی توان بادی برای 12 ساعت آینده 105
شکل 5-23 توزیع خطای نرمالیزه شده برای پیش‌بینی 24 ساعت آینده 105
شکل 5-24 پیش‌بینی توان بادی برای 24 ساعت آینده 105
شکل 5-25 توزیع خطای نرمالیزه شده برای پیش‌بینی 36 ساعت آینده 105
شکل 5-26 پیش‌بینی توان بادی برای 36 ساعت آینده 105

فهرست علائم و اختصارات

نماد	تعریف
a_i	ضریب مصرف سوخت واحد i $(\$/h)$
b_i	ضریب مصرف سوخت واحد i $(\$/MW\,h)$
c_i	ضریب مصرف سوخت واحد i $(\$/MW^2\,h)$
c_n	هزینه امپریالست n
C_n	هزینه نرمالیزه شده امپریالست n
$Country_n$	کشور n
$Cost_n$	هزینه کشور n
C_i	تابع هزینه واحد i $C_i(P_{(i,t)}) = a_i + b_i . P_{(i,t)} + c_i . P_{(i,t)}^2$
CSC_i	هزینه راه‌اندازی سرد واحد i
$\overline{C}_i$	تعداد سیکل‌های تخصیص داده شده به واحد i در طول افق برنامه‌ریزی
DR_i	حداکثر نرخ شیب کاهش توان ژنراتور i
d_{div}	حد فاصله گستردگی امپریالیست و کولونی
$empire_n$	امپراتوری n
f	تابع هدف
HSC_i	هزینه راه‌اندازی گرم واحد i
$imperialist_n$	امپریالیست n
i	شاخص واحد حرارتی
IAE	انتگرال قدر مطلق خطا
$Ini.S_i$	وضعیت اولیه واحد i (h)
$I_{(i,t)}$	وضعیت مشارکت واحد i، در ساعت t (0 و 1 به‌ترتیب به حالت خاموش و روشن ژنراتور)
k	شاخص واحد بادی
L_{pk}	تعداد پیک‌های تقاضای بار
$\max_i\{c_i\}$	بیشترین هزینه میان امپریالیست‌ها
M	تعداد کل واحدهای بادی تولید
MD^i	حداقل زمان خاموش بودن اجباری واحد i
MU^i	حداقل زمان روشن بودن اجباری واحد i
$MaxOvershoot$	ماکزیمم فراجهش
N	تعداد کل واحدهای حرارتی تولید
N_{col}	تعداد کل کشورهای مستعمره موجود در جمعیت کشورهای اولیه

$N.C._n$	تعداد مستعمرات اولیه امپراطوری n
$N.T.C._n$	هزینه کل نرمالیزه شده امپراطوری n
N_{var}	تعداد متغیرهای تابع هدف
N_{col}	تعداد مستعمرات
N_{imp}	تعداد امپریالیست
$\bar{P}$	بردار احتمال تصاحب امپراطوری‌ها
$P_D(t)$	مجموع تقاضای انرژی سیستم در ساعت t (MW)
PF	سود کل $(\$)$
PF_w	ضریب جریمه ناشی از عدم قطعیت تولید بادی
Pos_C^d	موقعیت مستعمره در دهه فعلی، در یک امپراطوری خاص
Pos_I^d	مواضع امپریالیست در دهه فعلی، در یک امپراطوری خاص
Pos_C^{d+1}	موقعیت مستعمره در دهه آینده، در یک امپراطوری خاص
$P_{(i)}^{gmax}$	تولید حداکثر واحد حرارتی i (MW)
$P_{(i)}^{gmin}$	تولید حداقل واحد حرارتی i (MW)
$P_{(i,t)}$	تولید واحد i در ساعت t (MW)
$P_{(k,t)}^{Wmax}$	تولید حداکثر واحد بادی i (MW)
P_{var}	ارزش در معرض خطر با سطح اعتماد از C
p_{p_n}	قدرت تصاحب مستعمره امپراطوریn در رقابت استعماری
r_i	اعداد تولید شده تصادفی در بازه (1و0)
$round$	تابعی که نزدیک‌ترین عدد صحیح به یک عدد اعشاری را می‌دهد
$\bar{R}$	بردار تصادفی با توزیع یکنواخت در بازه $[0,1]$
RV	درآمد کل $(\$)$
$R_D(t)$	مجموع تقاضای رزرو سیستم در ساعت t (MW)
RT_{c-1}^i	زمان برنامه‌ریزی باقی‌مانده برای واحد i پس از تخصیص سیکل‌های $(c\text{-}1)$
$R_{min\ (t)}$	حداقل ذخیره چرخان در ساعت t (MW)
$R_{max\ (t)}$	حداکثر ذخیره چرخان در ساعت t (MW)
$R_{(i,t)}$	ذخیره چرخان واحد i در ساعت t (MW)
ST_i	هزینه راه اندازی واحد i $(\$/h)$
t	شاخص زمان
T	مدت زمان برنامه‌ریزی واحدهای تولید(h)
TC	هزینه کل $(\$)$
$T.C._n$	هزینه کل امپراطوری n

T_c^i	مدت زمان بهره‌برداری واحدi در سیکلc
$T_{(i)}^{off}$	حداقل زمان خاموش شدن واحد i (h)
$T_{(i)}^{on}$	حداقل زمان روشن شدن واحد i (h)
UR_i	حد نرخ شیب افزایش واحد i (MW/min)
v_i	میزان تخطی نرمالیزه شده پاسخ از قیود i
w_i	وزن بیانگر اهمیت تابع هدف i
W_{ij}	وزن ارتباطی لایه‌های شبکه عصبی
X_j	ورودی jبه گره
$X_{(i,\,t)}^{off}$	مدت زمانی که واحد i در زمان t خاموش بوده است (h)
$X_{(i,\,t)}^{on}$	مدت زمانی که واحد i در زمان t روشن بوده است (h)
Y_i	خروجی گره i
Δp	زیان‌های دارایی‌های مالی در Δt
ΔP_w	مقدار انرژی از دست رفته
α_i	مقادیری ثابت با اندازه مثبت بزرگ در رابطه با قید i
β	ضریب وزنی اپراتور جذب
γ	حد انحراف از مسیر اصلی
$\rho_{gm}(t)$	پیش‌بینی قیمت بازار برای انرژی در زمان t $(\$/MW\,h)$
x	ضریب شرکت مستعمرات در قدرت امپریالیست
q	زاویه انحراف حرکت کولونی به سمت امپریالیست
j_i	وزن بایاس گره

چکیده

بررسی الگوریتم های تکاملی جدید برای ارایه یک روش بهینه در حل مسئله *PBUC*

مجتبی جباری قادی

در سال‌های اخیر، بازار برق به عنوان یکی از تأثیرگذارترین عناصر اقتصاد کشورهای دنیا، دست‌خوش تغییرات چشم‌گیری بوده است. با شکل‌گیری موازی‌سازی و اجرای تجدید ساختار در بازار برق، برخی از قواعد و الگوهای بازار برق سنتی به صورت متفاوتی نسبت به گذشته اجرا می‌شوند. در این راستا، برنامه‌ریزی مشارکت واحدها (*UC*)، که در ساختار عمودی یکپارچه گذشته با هدف حداقل‌سازی هزینه‌های بهره‌برداری اجرا می‌شد، با تغییر الگو به برنامه‌ریزی مبتنی بر سود واحدهای تولید (*PBUC*) تبدیل شده است که در آن، هدف نهایی حداکثرسازی سود شرکت‌های تولید توان (*GENCOs*) است. مسئله *PBUC* به عنوان یکی از مهمترین زمینه‌های تحقیقاتی در مدیریت سیستم تولید انرژی سیستم‌های قدرت تجدید ساختار یافته، یک مسئله غیرخطی پیچیده و ترکیب عددی مختلط مقید است. در بخش اول این نوشتار، یک تکنیک بهینه‌سازی جدید با نام الگوریتم رقابت استعماری (*ICA*) برای حل مسئله *PBUC* پیشنهاد شده است. سپس، یک روش نوین بر اساس ترکیب الگوریتم تکاملی کنترل گستردگی (*DGEA*) و *ICA*، به‌منظور ارتقاء کاربردپذیری و بهبود کیفیت عملکرد *ICA* کلاسیک ارائه شده است. در این میان، روش سنتی کدگذاری پاسخ‌های اولیه با یک تکنیک بهبود یافته مبتنی بر دانش شخص خبره جایگزین شده است که حجم محاسبات و در پی آن سرعت همگرایی پاسخ را بهبود می‌بخشد. در بخش دوم این نوشتار، با توجه به رشد روزافزون منابع تولید توان مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر و با هدف شرکت واحدهای تولید پراکنده در تأمین بار روزانه، یک الگوریتم هیبرید جدید با ترکیب شبکه عصبی (*NN*) و *ICA* برای پیش‌بینی توان یک مزرعه بادی واقعی پیشنهاد شده است. تکنیک پیشنهادی برای دو بازه زمانی خیلی کوتاه‌مدت (در افق‌های زمانی 3-6 ساعت) و کوتاه‌مدت (در افق‌های زمانی 12-36 ساعت) اجرا شده است. در این پژوهش، از مدل‌های فیزیکی پیش‌بینی هوای عددی (*NWP*) و مدل‌های آماری در قالب سیستم اسکادا آنلاین (*SCADA*) به صورت همزمان برای آموزش و سیستم پیش‌بینی پیشنهادی استفاده شده است که موجب افزایش دقت روش حاضر نسبت به سایر الگوریتم‌ها شده است. در بخش سوم نیز یک *GENCO* با مالکیت همزمان چندین واحد حرارتی و یک مزرعه بادی در نظر گرفته شده است. سپس برنامه‌ریزی مشارکت واحدهای تولید روز-پیش در بازار رقابتی پیاده‌سازی شده است. دراین بخش، الگوریتم *ICA* کلاسیک برای اجرای برنامه به‌خدمت گرفته شده است. برای ارزیابی و مدل‌سازی عدم قطعیت در توربین‌های بادی، از روش ارزش و ریسک استفاده شده است. نتایج حاصل از اجرای شبیه‌سازی در هر بخش با نتایج پژوهش‌های گذشته مقایسه شده است و قابلیت‌های الگوریتم‌های پیشنهادی تصدیق شده است.

کلید واژه– بازار تجدید ساختار شده برق، برنامه‌ریزی مبتنی بر سود مشارکت واحدها، الگوریتم‌های تکاملی، پیش‌بینی توان توربین بادی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، الگوریتم رقابت استعماری

Abstract

Assessment of novel evolutionary methods to provide an optimal technique for PBUC

Mojtaba Jabbari ghadi

Recently, electrical power market as one of the most influential components of countries' economic worldwide, has experienced remarkable vacillations. With the advent of paralleling and execute of restructuring in power market, some routine rules and patterns of traditional market should be accomplished in a way different than before. To this end, the unit commitment (UC) scheduling that has been aiming at minimizing operation costs in an integrated power market once, is metamorphosed to profit based unit commitment (PBUC) by adopting a new schema, now; in which generation companies (GENCOs) have a common tendency to maximize their own profit. PBUC problem as one of the most overriding research interest in power generation management of a deregulated power system is a complicated non-linear and constrained mixed integer problem. In first section of this thesis, a newfangled optimization technique called Imperialist Competitive Algorithm (ICA) is proposed for solving the PBUC problem. Then, a novel hybrid method base on combination of Diversity Guided Evolutionary Algorithm (DGEA) and ICA is presented in order to enhance effectiveness and applicability of the classic ICA. Moreover, traditional approach of coding of initial solutions is replaced with an improved knowledge based method in which computational complexity and subsequently convergence procedure of obtained results is ameliorated. In second section, considering the rapid growth of sustainable based power generation and with aim of committing distributed generation units in a daily load demand supplying, a new hybrid method with the combination of Artificial Neural Network (ANN) and ICA is proposed to predict the day-ahead power generation of a wind farm. The presented approach is implemented in cases of very short term (3-6 hours) and short term (12-36 hours) wind power predication. In this research, physical method of Numerical Whether Prediction (NWP) and statistical models in terms of online Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) are employed simultaneously for training and forecasting processes of the presented method that results in enhancing exactness of this method rather than the previous approaches. In last section, a GENCO consist of several thermal units and wind-based turbines, is considered. With the usage of the classic ICA, unit commitment simulation is accomplished under a competitive market while a wind farm is incorporated in thermal units' scheduling. To evaluate uncertainty associated with the wind turbines, the Risk and Value (R&V) method is utilized. Simulation results in each section are compared with that of in the previous researches to validate effectiveness of the proposed methods.

Key words – Deregulated power market, profit based unit commitment, evolutionary algorithm, wind power forecasting, artificial neural network, imperialist competitive algorithm

فصل اول

مقدمه